



IPG

Politécnico
da Guarda
Polytechnic
of Guarda

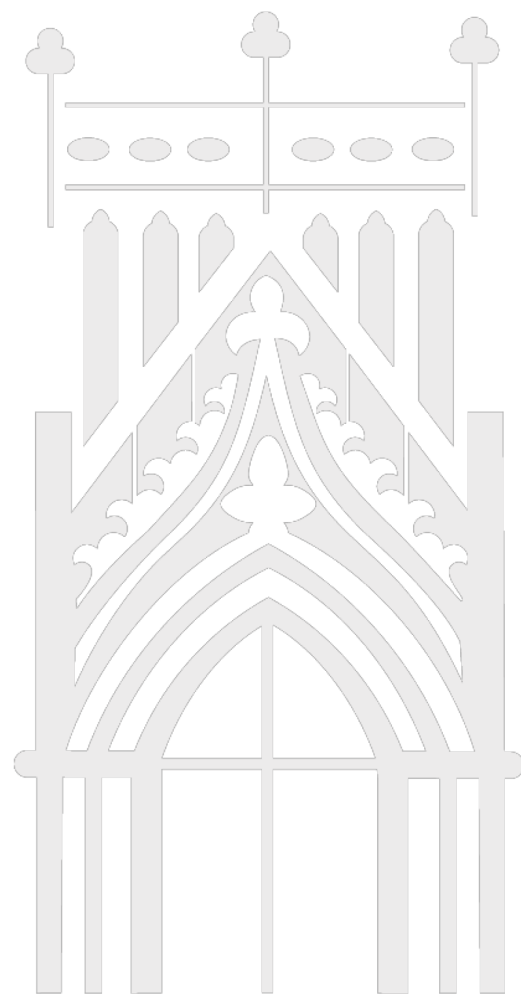
Mestrado em Ciências do Desporto

Desportos de Academia

Atividade eletromiográfica dos músculos Core.
Análise das ações motoras de antirrotação e
multiplanares do tronco.

Cármén Daniela Santos Pereira

julho | 2019



Escola Superior de
Educação, Comunicação
e Desporto



Escola Superior de Educação, Comunicação e Desporto
Instituto Politécnico da Guarda

ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS *CORE*

ANÁLISE DAS AÇÕES MOTORAS DE ANTIRROTAÇÃO E MULTIPLANARES DO TRONCO

Cármén Daniela Santos Pereira
Julho, 2019

Referência:

Pereira, C. (2019): Atividade eletromiográfica dos músculos *Core*. Análise das ações motoras de antirrotação e multiplanares do tronco. Projeto de investigação de Mestrado. Escola Superior de Educação, Comunicação e Desporto. Instituto Politécnico da Guarda.



Escola Superior de Educação, Comunicação e Desporto

Mestrado em Ciências do Desporto
Especialidade em Desportos de Academia

ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFIA DOS MÚSCULOS *CORE*
ANÁLISE DAS AÇÕES MOTORAS DE ANTIRROTAÇÃO E
MULTIPLANARES DO TRONCO

Projeto de investigação para a obtenção do
grau de mestre em Ciências do Desporto –
especialidade de Desportos de Academia, sob
a orientação da Professora Doutora Carolina
Vila-Chã.

Cármén Pereira, 2019

Agradecimentos

Tem sido um percurso cheio de altos e baixos, de desafios a serem ultrapassados. Este projeto foi mais um desafio sobre o qual me debrucei e tentei dar o meu melhor. Se há uns anos pensasse que este momento era possível, não acreditaria. Porém, no presente, a realização deste projeto de investigação de mestrado é para mim um enorme passo a nível académico e pessoal. Desta forma, expresso os mais sinceros agradecimentos:

À minha orientadora, Professora Doutora Carolina Vila-Chã, pela orientação e disponibilidade no decorrer de todo o trabalho, por todo o conhecimento que me transmitiu, pois sem dúvidas que todo o seu apoio no meu percurso académico fez a diferença.

A todos os participantes neste estudo, que se prontificaram para a realização do mesmo.

À minha família, particularmente aos meus pais, Augusto Pereira e Maria Santos, por todo o apoio que deram, pela paciência e compreensão que tiveram ao longo deste percurso, por todo o suporte, em todos os momentos.

Aos meus amigos, que sempre me incentivaram e ajudaram a ter força para seguir em frente. Especial agradecimento à Cláudia Vaz e à Andreia Nicolau pela sua disponibilidade e ajuda na fase experimental do projeto.

Ao ginásio (IPGym) pela cedência do espaço e dos equipamentos necessários.

Ao Instituto Politécnico Da Guarda e a Escola Superior de Educação, Comunicação e Desporto por toda a aprendizagem que me proporcionou.

A todos que de alguma maneira colaboraram para a realização deste estudo, obrigada!

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS.....	XIII
RESUMO	XV
ABSTRACT	XVII
LISTA DE SIGLAS	XIX
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. CARATERIZAÇÃO DA REGIÃO <i>CORE</i>	7
1.2. AÇÕES MOTORAS COMPOSTAS.....	9
1.3. O TREINO DOS MÚSCULOS <i>CORE</i>	11
1.4. TREINO ROTACIONAL V MOVIMENTOS MULTIPLANARES.....	13
1.5. EXERCÍCIO MULTIPLANAR V ANTIRROTACIONAL	15
1.5.1. EXERCÍCIOS MULTIPLANARES.....	15
1.5.2. EXERCÍCIOS ANTIRROTACIONAIS	16
1.6. ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE (EMG)	17
1.7. ATIVIDADE MUSCULAR DURANTE A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS ABDOMINAIS	20
CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	25
2.1. ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA	27
2.2. OBJETIVOS.....	27
2.3. PROBLEMA	27
2.4. HIPÓTESES.....	28
CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. CARATERIZAÇÃO DA AMOSTRA	31
3.2. PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	31
3.2.1. EXERCÍCIOS EM ESTUDO	32
3.3. RECOLHA DOS SINAIS EMG	33
3.4. ANÁLISE E TRATAMENTO DO SINAL EMG	34
3.5. IDENTIFICAÇÃO DAS FASES ATIVA E PASSIVA DO EXERCÍCIO.....	35

3.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	36
----------------------------------	----

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS39

4. RESULTADOS	41
4.1. ANÁLISE DA ATIVIDADE MUSCULAR PARA O LADO HOMOLATERAL E CONTRA LATERAL AO MOVIMENTO.....	41
4.1.1. ATIVIDADE DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL	41
4.1.2. ATIVIDADE DO MÚSCULO OBLÍQUO EXTERNO	42
4.1.3. ATIVIDADE DO MÚSCULO MASSA COMUM	43
4.2. ANÁLISE DA ATIVAÇÃO MUSCULAR DURANTE AS FASES ATIVA E PASSIVA DO MOVIMENTO	44
4.2.1. EXERCÍCIO <i>PALLOF</i>	44
4.2.2. EXERCÍCIO <i>LIFT</i>	45
4.2.3. EXERCÍCIO <i>CHOP</i>	46
4.2.4. EXERCÍCIO <i>BIRD DOG</i>	47
4.2.5. EXERCÍCIO <i>DEAD BUG</i>	48

CAPÍTULO 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS49

DISCUSSÃO	51
5.1. PADRÃO DE ATIVAÇÃO DO MÚSCULO RETO ABDOMINAL	52
5.2. PADRÃO DE ATIVAÇÃO DO MÚSCULO OBLÍQUO EXTERNO	53
5.3. PADRÃO DE ATIVAÇÃO DO MÚSCULO MASSA COMUM	53
5.4. PADRÃO DE ATIVAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE AÇÃO ANTIRROTACIONAIS.....	54
5.5. PADRÃO DE ATIVAÇÃO DOS EXERCÍCIOS DE AÇÃO MULTIPLANARES.....	56

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.....59

6.1 CONCLUSÕES.....	61
6.2. SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS	62

BIBLIOGRAFIA.....63

Índice de Figuras

Figura 1. Planos de Movimento (retirado de Janaína Cintas ¹).	8
Figura 2. Kneeling Stability Chop	15
Figura 3. Kneeling Stability Lift.	16
Figura 4. Palof Press.	16
Figura 5. Bird Dog	17
Figura 6. Dead Bug.	17
Figura 7. EMG de superfície bipolar dos músculos (a) oblíquo externo e (b) reto abdominal (c) massa comum.	34
Figura 8. Representação gráfica da identificação das fases ativa e passiva através do registo da força de tensão produzida durante o exercício (A). A identificação dos instantes de inversão permitiram calcular o valor médio da ARV dos músculos reto abdominal (B) oblíquo externo (C) e massa comum (D) durante a fase ativa e passiva do exercício.	36
Figura 9. Média e respetivo erro padrão da amplitude máxima da atividade muscular normalizada (ARV em %) do reto abdominal homolateral (A) e contra lateral ao movimento (B). Na imagem (a): ***Dead Bug significativamente diferente de Bird Dog, Lift e Pallof ($P < 0,001$); **Dead Bug significativamente diferente de Chop ($P < 0,01$); ###Chop significativamente diferente de BirdDog, Lift e Pallof ($P < 0,001$); ##Chop significativamente diferente de DeadBug ($P < 0,01$). Na imagem (b): ***Dead Bug significativamente diferente de Bird Dog, Chop, Lift e Pallof ($P < 0,001$); ###Chop significativamente diferente de BirdDog, Lift, Dead Bug e Pallof ($P < 0,001$);	41
Figura 10. Média e respetivo erro padrão da atividade muscular (ARV em %) do oblíquo externo homolateral (A) e contra lateral ao movimento. Na imagem (a): ###Dead Bug significativamente diferente de Pallof ($P < 0,001$); ##Dead Bug significativamente diferente de Lift e Bird Dog ($P < 0,01$); *Chop significativamente diferente de Lift e Pallof ($P < 0,01$). *Chop significativamente diferente de BirdDog ($P < 0,05$). Na imagem (b) ***Dead Bug significativamente diferente de todos os exercícios ($P < 0,001$).	42
Figura 11. Média e respetivo erro padrão da atividade muscular (ARV em %) do massa comum contra lateral (a) e homolateral (b) ao movimento. Na imagem (a): ***Lift significativamente diferente de DeadBug ($P < 0,001$); *Lift significativamente diferente de BirdDog, Chop e Pallof ($P < 0,01$); ###DeadBug significativamente diferente de Lift ($P < 0,001$); ##Deadbug significativamente diferente de Pallof ($P < 0,01$); #Deadbug significativamente diferente de Chop e BirdDog ($P < 0,05$). Na imagem (b): ***Dead Bug significativamente diferente de	

diferente de Pallof, Chop e Lift ($P < 0,001$); **DeadBug significativamente diferente de BirdDog ($P < 0,01$). 43

Figura 12. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Pallof. ESHL: massa comum homolateral; EECL: massa comum contralateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL: reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contralateral; Não existem diferenças significativas entre fases. 45

Figura 13. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Lift. ESHL: massa comum homolateral; EECL: massa comum contralateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL:reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contralateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contralateral no músculo massa comum ** $P < 0,01$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo massa comum *** $P < 0,001$; e existe diferenças significativas na fase ativa e passiva para ambos os lados para o músculo reto abdominal * $P < 0,05$; 46

Figura 14. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Chop. ESHL: Ereter espinal homolateral; EECL: Ereter espinal contra lateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL:reto abdominal contralateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contralateral no músculo massa comum ** $P < 0,01$; e diferenças significativas na fase ativa e passiva contra lateral para o músculo oblíquo externo ** $P < 0,01$. 46

Figura 15. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Bird Dog. ESHL: Ereter espinal homolateral; EECL: Ereter espinal contra lateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL:reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contra lateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contra lateral para o músculo reto abdominal, ** $P < 0,001$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo reto abdominal ** $P < 0,01$; e diferenças significativas na fase ativa e passiva contra lateral para o músculo oblíquo externo ** $P < 0,01$; 47

Figura 16. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Dead Bug. ESHL: Ereter espinal homolateral; EECL: Ereter espinal contra lateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL: reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contra lateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contra lateral para o músculo oblíquo externo, *** $P < 0,001$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo oblíquo externo, *** $P < 0,001$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral no músculo eretor espinal ** $P < 0,01$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo reto abdominal ** $P < 0,01$, e diferenças significativas na fase ativa e passiva contra lateral para o músculo eretor espinal, ** $P < 0,05$. 48

Índice de Tabelas

Tabela 1. Estágios de progressões de um programa <i>core</i> (adaptado de Reinher, Carpes & Mota, 2008).....	13
Tabela 2. Descrição técnica dos exercícios multiplanares em estudo.....	43
Tabela 3. Descrição técnica dos exercícios antirrotacionais em estudo.....	45
Tabela 4. Descrição da colocação dos elétrodos (adaptado de Hermens et al., (2000); Horsak et al., (2017)).....	46

Resumo

Nos últimos anos, o aumento do mercado do *fitness* levou a que a comunidade científica tenha maior interesse pela seleção de movimentos que promovam o treino *core*. Com efeito, exercícios mais atuais em que são introduzidos exercícios de ação antirrotacional, evoluindo progressivamente para padrões de movimento diagonais têm sido recomendados para integração dos planos de treino de condição física e *performance*. A combinação desses movimentos parece afetar a ativação dos músculos *core*. Assim, este estudo teve como principal objetivo investigar os níveis de ativação de músculos *core* e sua interação durante exercícios com movimentos antirrotacionais e/ou movimentos multiplanares do tronco.

A amostra foi constituída por 13 indivíduos do sexo masculino (idade: $23,4 \pm 3,34$ anos; peso: $79,4 \pm 9,56$ kg; estatura: $179,0 \pm 11,3$ cm). Cada participante realizou 5 repetições de cada um dos 5 exercícios selecionados para o estudo [três antirrotacionais (*Bird Dog*, *Dead Bug* e *Pallof Press*), e dois multiplanares (*Lift* e *Chop*)]. Em simultâneo, foi recolhida atividade eletromiográfica dos músculos oblíquo externo, reto abdominal e massa comum, em ambos os lados do tronco, bem como a força muscular produzida durante o movimento dos segmentos. Os resultados obtidos relativamente ao exercício *Pallof* demonstraram que o músculo massa comum contralateral e homolateral foi o que apresentou maior ativação na fase ativa (45,6% e 46,9%, respetivamente), enquanto o músculo reto abdominal foi o que apresentou menor atividade muscular contralateral e homolateral (16,1% e 15,7%, respetivamente). O exercício *Bird Dog* revelou resultados idênticos em que o músculo massa comum em ambos os lados foi o mais ativado. O contrário acontece no exercício *Dead Bug* que apresentou maior ativação do músculo oblíquo externo homolateral (61,1%) e contralateral (58%) e no reto abdominal homolateral e contralateral (56,4% e 57,4%, respetivamente). Em relação aos exercícios multiplanares, o exercício *Lift* apresentou níveis mais altos de ativação do músculo massa comum contralateral (103,5%) e homolateral (73,3%). O exercício *Chop* apresentou maior ativação no músculo oblíquo externo contralateral (55,1%) e o reto abdominal contralateral (40,3%).

Neste sentido, concluímos que não se verifica predominância da ativação de qualquer um dos músculos estudados, quando analisado em função das duas ações motoras em análise

(multiplanar vs. antirrotacional). Os músculos analisados parecem trabalhar em simultâneo para manter a estabilidade do tronco.

Palavras-chave: treino funcional; estabilização do tronco; músculos *core*; eletromiografia (EMG)

Abstract

In recent years, the growing fitness market has led the scientific community to become more interested in the selection of movements that promote core training. In fact, more current exercises in which anti-rotational action exercises are introduced, progressively evolving to diagonal movement patterns, have been recommended for the integration of fitness and performance training plans. The combination of these movements seems to affect the activation of the core muscles. Thus, this study aimed to investigate the activation levels of core muscles and their interaction during exercises with anti-rotational movements and / or multiplanar trunk movements.

The sample consisted of 13 males (age: $23,4 \pm 3,34$ years; Weight: $79,4 \pm 9,56$ kg; stature: $179,0 \pm 11,3$ cm). Each participant performed 5 repetitions of each of the 5 exercises selected for the study (three anti-rotational (Bird Dog, Dead Bug and Pallof Press), and two multiplanar (Lift and Chop)). Simultaneously, electromyographic activity of the external oblique muscles, rectus abdominis and common mass was collected on both sides of the trunk, as well as the muscular force produced during the movement of the segments. The results obtained for the Pallof exercise. showed that the contralateral en homolateral common mass muscle presented the highest activation in the active phase (45.6% and 46.9%, respectively), while the rectus abdominis muscle presented the lowest contralateral and homolateral muscle activity (16, 1% and 15.7%, respectively). The Bird Dog exercise revealed identical results in which muscle mass common on both sides was the most activated. The opposite happens in the Dead Bug exercise, which presented greater activation of the homolateral (61.1%) and contralateral (58%) external oblique muscle and in the homolateral and contralateral rectus abdominis (56.4% and 57.4%, respectively). In relation to the multiplanar exercises, the Lift exercise presented higher activation levels of the contralateral (103.5%) and homolateral (73.3%) common mass. Chop exercise showed greater activation in the contralateral external oblique muscle (55.1%) and the contralateral rectus abdominis (40.3%).

In this sense, we conclude that there is no predominance of activation of any of the muscles studied, when analyzed as a function of the two motor actions under analysis

(multiplanar vs. antirotational). The muscles analyzed seem to work simultaneously to maintain trunk stability.

Keywords: functional training, trunk stabilization; core muscles; electromyography (EMG).

Lista de Siglas

ARV- Valor médio retificado

CVM- Contração Voluntária Máxima

EE- Ereter Espinhal

EMG- Eletromiografia

ESHL- Ereter Espinhal Homolateral

ESCL- Ereter Espinhal Contralateral

MU- Multifídus

OI- Oblíquo Interno

OE- Oblíquo Externo

OEHL- Oblíquo Externo Homolateral

OECL- Oblíquo Externo Contralateral

RMS- Root Mean Square

RA- Reto Abdominal

RAHL- Reto Abdominal Homolateral

RACL- Reto Abdominal Contralateral

SE- Sinal Elétrico

SENIAM- Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles
(Eletromiografia de Superfície para Avaliação Não Invasiva de Músculos)

SE- Sinal Eletromiográfico

TrA- Transverso Abdominal

Introdução

Nos últimos anos, o aumento do mercado do *fitness* conduziu a comunidade científica estudasse padrões de movimentos que contribuam para a otimização da condição física e para o alcance de objetivos concretos dentro das questões de saúde, reabilitação e desempenho motor. O treino com exercícios para a região *core* é o mais referido pelos profissionais de exercício como sendo o mais requerido pelos seus praticantes, sendo um assunto de extrema importância a ser estudado, pois ajudara os profissionais a conseguirem obter melhores resultados, e a adaptar os treinos dos clientes. Assim, através de pesquisas e estudos científicos, os programas de treino da musculatura *core* têm vindo, ao longo dos anos, a evoluir, acarretando várias mudanças (Collins, 2012; Boyle, 2014; Raposo, 2015; Cugliari & Boccia, 2017).

A musculatura central, também denominada de *Core*, tem como função primária estabilizar a coluna vertebral durante as ações motoras e, por isso, é fundamental estar inserida nas rotinas de exercício físico. O fortalecimento do *Core* é essencial para as funções de sustentação e contenção abdominal. A seleção dos exercícios que mais contribuem para o reforço dos músculos do *Core* é um dos maiores desafios dos profissionais da área da atividade física e saúde (Vieira, Sousa & Lizardo, 2014). *Core* significa núcleo ou centro. Portanto, *core* é o centro/núcleo do corpo, uma região que deve estar forte para manter a estabilização necessária do esqueleto axial a partir do qual os músculos do sistema apendicular possam contrair e produzir movimento eficientes (Raposo, 2015). Ou seja, é necessário, em primeiro lugar, fortalecer o centro para depois mobilizar as extremidades. Sendo o tronco a região central que faz a conexão entre os membros (extremidades), é possível afirmar que uma região central fortalecida e estabilizada serve como base de suporte para a execução de movimentos mais eficientes dos membros (Prandi, 2011).

Não existe um consenso sobre os músculos que são considerados do *core*, o que tem levado a discussões frequentes no campo do exercício e saúde. Na ausência de uma definição unânime, os músculos *core* têm incluído os seguintes músculos: massa comum, multífidos, quadrado lombar, transversos abdominais, reto abdominal e oblíquos.

A prescrição de exercício tem-se baseado nas descrições anatómicas, linhas de ação e percepções subjetivas dos profissionais. No entanto, o conhecimento da atividade

neuromuscular de vários exercícios pode contribuir para um conhecimento mais avançado da sua função.

A implementação de exercícios de *core* para distintos objetivos de treino requer diferentes níveis de ativação para solicitar respostas adequadas em indivíduos específicos. Assim, a escolha de um exercício é importante, pois a magnitude de ativação muscular reflete o trabalho de força ou estabilidade do *core* (Hibbs et al., 2008). Muitas abordagens têm sido recomendadas para ativar os músculos *core*. Os exercícios tradicionais, como os *sit-ups*, *crunchs* e extensão do tronco são caracterizados por exercícios com pouca carga, pouco funcionais, realizados dinamicamente no solo e que solicitam os músculos mais superficiais do tronco (Hodges & Richardson, 1997). A abordagem mais atual, que se afasta dos exercícios mais tradicionais, envolvem exercícios denominados de estabilizadores ou antirotacionais, pelo grupo do Prof. Stuart McGill (2003), como o *Bird Dog* ou o *Dead Bug* ou multiplanares, como o *Chop* ou *Lift*. Muitos profissionais do exercício já prescrevem estes exercícios antirotacionais ou multiplanares aludindo à sua eficácia aumentada. No entanto, os estudos com recurso a EMG são limitados.

O objetivo do presente projeto foi investigar os níveis de ativação de músculos do *core* durante a realização de exercícios específicos para o fortalecimento e melhoria da estabilização do tronco, associados a movimentos antirotacionais e multiplanares do tronco, compreendendo o perfil de ativação produzido por cada um dos exercícios. Para este efeito, recorreremos a técnicas de recolha e análise de sinais de eletromiografia (EMG), permitindo-nos assim obter dados sobre o nível de ativação muscular das contrações e investigar as variações produzidas pelos exercícios. Nesta sequência, compreender o padrão de ativação muscular do tronco durante exercícios de antirotação e multiplanares é determinante para uma correta prescrição e organização do planeamento e prescrição do exercício físico. Para uma melhor contextualização, o presente estudo foi redigido e estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1- A revisão bibliográfica faz o enquadramento da temática do estudo e dos modelos atuais. Desta forma, pretendemos contribuir para uma melhor compreensão dos exercícios mais utilizados no treino dos músculos estabilizadores do tronco, percebendo o seu impacto. Para o desenvolvimento da investigação, foi necessário aprofundar o conhecimento sobre a eletromiografia, dado que está na base das fundamentações do estudo.

Capítulo 2 - Este capítulo cita os objetivos e as hipóteses de estudo, bem como a descrição da problemática baseada em outros estudos encontrados na revisão bibliográfica.

Capítulo 3 - Os materiais e métodos utilizados, em que se insere o desenho do protocolo experimental, a caracterização da amostra, e também o processamento e tratamento de dados encontram-se redigidos nesta secção.

Capítulo 4 - Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na experiência.

Capítulo 5 - Aqui se encontra a discussão dos resultados e a sua comparação com resultados de estudos anteriores.

Capítulo 6 - Por fim, são apresentadas as conclusões e considerações finais do estudo.

Capítulo 1 - Revisão Bibliográfica

1.1. Caraterização da região *core*

O *Core* é descrito no corpo humano como uma caixa que, ao contrário da cavidade torácica, não apresenta proteção óssea sendo circunscrita apenas pelos músculos abdominais na parte ântero lateral, pelos paravertebrais na parte posterior, pelo diafragma, na parte superior e pela cintura pélvica na parte inferior (Cugliari & Boccia, 2017).

A parede ântero lateral é formada por quatro pares de músculos que se estendem desde a pelve até à caixa torácica, envolvendo anterior e lateralmente a cavidade abdominal: grande reto abdominal (RA), piramidal e oblíquo externo (OE), que ocupam as camadas mais superficiais, o músculo oblíquo interno (OI), situado por baixo do grande oblíquo e o músculo transverso abdominal (TrA), que preenche a camada mais profunda e mais interior da parede (Correia & Espanha, 2010).

A parede posterior, ou lomboilíaca, integra os músculos do quadrado lombar e psoas ilíaco, localizados lateralmente à coluna lombar, a preencher o espaço entre a pelve e a grelha costal (Correia & Espanha, 2010). A parede superior é constituída por um único músculo, o diafragma, que separa a cavidade abdominal da torácica (Correia & Espanha, 2010). A parede inferior é formada pelos músculos do períneo, que formam o pavimento da cavidade abdominal, e os orifícios, que permitem a passagem e o controlo do esvaziamento de órgãos que saem da cavidade abdominal (Correia & Espanha, 2010).

A nível articular o *core* é constituído pelo complexo articular ombro, coluna torácica, coluna lombar, pelve e anca (McGill, 2010). Os seus músculos estão funcionalmente posicionados em três planos de movimento: extensão/flexão, flexão lateral e rotação (Fig. 1). Composto por 29 pares de músculos do tronco, pelve e anca, as suas principais funções são: manter o alinhamento, favorecer a base de suporte do corpo, prevenir lesões e gerar força (Alegro, Simão & Evangelista, 2010).

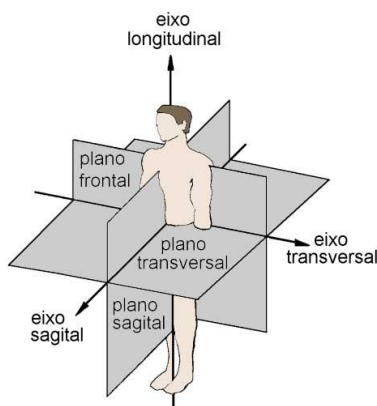


Figura 1. Planos de Movimento (retirado de Janaína Cintas¹).

¹Disponível em: <https://janainacintas.com.br/mobilidade-de-coluna-no-pilates/>

Os músculos que compõem o *core* podem ser divididos em dois grupos: unidade interna e externa. Os músculos da unidade interna, também designados por músculos locais, abrangem os multífidos, o transverso abdominal, o diafragma, oblíquo interno e a musculatura da cintura pélvica (psoas maior). Segundo Prandi (2011), existem evidências de que os músculos da unidade interna, quando coativados, geram tensão nos elementos constituintes do *core*, reforçam a função de controle postural da coluna vertebral e detêm a habilidade de influenciar o controle inter segmentar. A contração simultânea diafragma-abdominais mantém a geometria abdominal. Os músculos externos, também designados músculos globais, são considerados ainda como músculos superficiais da região abdominal e lombar (reto abdominal, massa comum e oblíquo externo) atuam na estabilização multisegmentar e são agonistas nos movimentos de flexão, rotação e extensão do tronco (Lizardo, 2013). Estes músculos agem como acessórios ligados ao diafragma e à pelve e têm a capacidade de controlar as forças externas que atuam na coluna vertebral.

Podemos, então, considerar que a musculatura profunda (interna) proporciona estabilidade como se fosse um colete. Tendo uma ação mais local, estes músculos são predominantemente constituídos por fibras lentas. A musculatura superficial (externa) é responsável pelo movimento que funciona como um sistema global, sendo constituída por fibras rápidas (Raposo, 2015; Santos & Freitas, 2010).

De uma outra perspectiva, os músculos podem ser categorizados, de forma anatômica e biomecânica, em estabilizadores e mobilizadores. Os músculos estabilizadores estão relacionados com questões de controle postural face às forças gravitacionais, os mobilizadores respondem melhor às ações motoras de características balísticas (Boyle,

2014). Segundo o mesmo autor, a força do tronco engloba a estabilidade do *core*, da anca, do ombro e, mais importante, a capacidade de mover a força do solo para as extremidades, ao mesmo tempo que mantém a estabilidade nas áreas acima mencionadas. A estabilidade do *core*/núcleo é a capacidade de criar movimento nos membros superiores e inferiores, sem movimento compensatório da coluna vertebral ou da pelve, permitindo, no sentido mais amplo, que as forças sejam transmitidas do solo para as articulações da anca, coluna e ombro, sem perda de energia.

Bompa (2007) refere que o tronco, ao ser a região central que faz a conexão entre os membros (extremidades), quando forte e estável, serve como base de suporte para a execução de movimentos mais eficientes dos membros. Devido ao envolvimento do tronco em praticamente todos os padrões de movimento funcionais, torna-se necessário, em primeiro lugar, fortalecer o centro e depois mobilizar as extremidades. Efetivamente, se o *core* não estiver bem estabilizado, pode provocar danos ao nível proximal devido à força de tração do músculo atuante, que gera um maior movimento na região de inserção proximal. A estabilidade do tronco torna-se crucial para o equilíbrio dinâmico de todo o corpo. Raposo (2015) considera a musculatura do *core* como importante transmissora de forças, em vez de produtora de força, tendo um papel determinante no movimento, uma vez que promove “estabilidade proximal para mobilidade distal”.

1.2. Ações motoras compostas

Normalmente, a musculatura abdominal está associada à flexão do tronco. Porém, a sua ação é preponderante na desaceleração do movimento de antirrotação e de anti flexão (Raposo, 2015). Um dado movimento acarreta padrões de compensação que devem ser entendidos para um melhor programa de treino. A substituição da extensão da anca pela extensão da lombar é a principal culpada em muitos dos problemas que surgem na região lombar, ao provocar muitas vezes dor.

De acordo com Boyle (2014), este movimento deve ser trabalhado em conjunto, como auxiliares na estabilização e mobilidade do tronco, e devem ser levados em consideração os músculos glúteos, do assoalho pélvico e os da fáscia toracolombar.

Os glúteos agem ao realizar diversos movimentos da anca e auxiliam na estabilização do tronco, contribuindo para o desenvolvimento de força e potência dos membros inferiores

(Alegro, Simão e Evangelista, 2010). Os músculos do assoalho pélvico, ao serem contraídos, suspendem os órgãos pélvicos, mantendo-os nas suas posições normais e evitando que os ligamentos (que ligam esses órgãos ao sistema esquelético) sejam sobrecarregados e lesionados. Por fim, a fáscia toracolombar cobre os músculos profundos (intrínsecos) do dorso. Esses músculos controlam a coluna vertebral, atuando em conjunto com outros. Isso permite que o *core* seja integrado numa cadeia cinética, em movimentos específicos, como por exemplo, o lançamento (Alegro et al., 2010).

A estabilidade central é uma habilidade do complexo lombo pélvico para prevenção e retorno ao equilíbrio depois de perturbado, sendo um componente importante de todas as habilidades motoras globais (Santos e Freitas, 2010). Santos e Freitas (2010) indica que os músculos oblíquos interno e externo, iliocostais lombares e multífidos promovem a rotação do tronco, quando ativados unilateralmente, mas, quando ativados bilateralmente, contribuem para a estabilidade no plano sagital.

A fáscia toraco-dorsal é importante na transferência de carga do tronco para os membros inferiores, podendo ser afetado pelos músculos responsáveis pela estabilidade central. Assim, não podemos esquecer o músculo grande dorsal e os do assoalho pélvico (Santos e Freitas, 2010).

No plano sagital, podemos salientar como principais músculos da estabilidade central o reto abdominal, o transverso abdominal, os eretores espinais, os multífidos, e o glúteo máximo (Willson et al., 2005; Akuthota e Nadler, 2004). O músculo multífido é um músculo pequeno, com pouca vantagem mecânica, e é responsável pela desaceleração segmentar durante movimentos funcionais. Tem também como função auxiliar na extensão e flexão lateral da coluna vertebral, ligando-se à lâmina profunda da fáscia toraco-dorsal na sutura que a separa do músculo glúteo máximo. As interconexões do multífidos facilitam sua contribuição para a estabilidade da região lombar e pelve. É importante salientar que a falta de atividade adequada do glúteo máximo provoca instabilidade pélvica e reduz o controle neuromuscular (Willson et al., 2005). O músculo psoa ilíaco, quando inibido, compromete todo o sistema estabilizador, pois há uma inibição recíproca do glúteo máximo, do multífidos, do músculo massa comum, do oblíquo interno e do transverso abdominal. Já o glúteo máximo é responsável pela transmissão de forças do tronco para os membros inferiores (Willson et al., 2005). O músculo reto abdominal é responsável pela flexão anterior do tronco,

tracionando as costelas em direção à pelve. Em conjunto com outros músculos abdominais, este músculo desempenha um importante papel no controlo postural. Os músculos oblíquos internos e externos são denominados de “cinta natural” do corpo, sendo também responsáveis pela flexão homolateral e pela rotação homolateral (oblíquo interno) e contralateral (oblíquo externo) do tronco.

No plano frontal, os principais músculos são o pequeno e médio glúteo (estabilizadores primários da anca) e o quadrado lombar. O glúteo médio, com origem e inserção invertida, é fundamental para o equilíbrio da bacia durante o apoio unipodal (Correia e Espanha, 2010). Já o quadrado lombar, com contração bilateral, contribui para estabilização da coluna lombar em relação à bacia (Willson et al., 2005). A vantagem mecânica do quadrado lombar é ser ativado durante todas as atividades em pé (Santos & Freitas, 2010). A atividade muscular, nesse plano, inclui os músculos grande, médio e pequeno adutores, bem como o pectíneo. Inclui também os músculos grande e médio glúteo, piriforme, gêmeos superior e inferior, quadrado crural e obturador externo e interno (Willson et al., 2005; Akuthota et al., 2004). Assim, a capacidade de rodar a anca torna-se limitada pelo grau de flexão que essa articulação assume, pois, as fibras anteriores do piriforme e dos glúteos médio e máximo mudam de rotadores externo para rotadores internos.

Sahrmann, referido por Boyle (2014), menciona que, na maioria das atividades diárias, o papel do músculo abdominal é fornecer suporte isométrico e limitar o grau de rotação do tronco. Uma grande percentagem das lesões/dores lombares ocorre porque o músculo abdominal não mantém controlo da rotação entre a anca e a coluna, entre a zona lombar e sacral.

1.3. O treino dos músculos *Core*

Segundo Lizardo (2013), existem duas linhas básicas associadas aos programas de treino do *core*, uma direcionada para a qualidade de vida e outra para o desporto de alto rendimento. Nos últimos anos, o tipo de atenção que é dada aos exercícios do *core* mudou substancialmente. Passou dos movimentos tradicionais “*crunch*” para os movimentos mais funcionais e complexos (Boyle, 2014). O *Core Training* possui uma proposta distinta dos programas de treino convencionais, sendo definido como um treino para desenvolver especificamente a musculatura da região central do corpo e torná-la estável (Alegro et al., 2010). O principal objetivo é gerar a estabilidade necessária para evitar o aparecimento de

lesões e/ou auxiliar no desempenho de atividades relacionadas com a *performance*, principalmente por meio do desenvolvimento da força e potência muscular (Alegro et al., 2010).

Os exercícios de estabilização de tronco podem ser utilizados para desenvolver a resistência muscular e a estabilidade da coluna vertebral (Gregório, Pereira, Arantes et al., 2016). Estes exercícios são planeados no sentido de melhorar a função dos músculos que potenciam a estabilidade do tronco. Quando estes músculos estão a trabalhar de forma otimizada e automática, acredita-se que protegem a coluna do trauma. Sendo exercícios frequentemente utilizados na prática clínica (Santos e Freitas, 2010).

A estabilidade do tronco deve ser realizada com os músculos abdominais profundos e o músculo multífidos, particularmente durante os movimentos de extensão da anca (Boyle, 2014). Segundo este mesmo autor, o trabalho isolado do *core* pode ser importante para tratar e corrigir disfunções dos padrões de movimento, sendo fundamentais para os atletas que estão em processo de recuperação de uma lesão ou que sofrem de dor lombar. O *core* atua como uma unidade funcional integrada, por meio da qual toda a cadeia cinética trabalha sinergicamente para produzir força e estabilizar dinamicamente contra uma força anormal (Boyle, 2014). Assim, com o seu treino promove-se um melhor alinhamento do tronco e equilíbrio postural dinâmico durante atividades funcionais ao mesmo tempo que oferece uma melhor economia de esforço. De acordo com Prandi (2011), um *core* eficiente permite a manutenção de relações ótimas de comprimento-tensão dos músculos agonistas e antagonistas do movimento, os quais permitem a manutenção de relações ótimas de forças acopladas no complexo lombo-pélvico.

Segundo Alegro et al., (2010), o treino do *core* é essencial para melhorar condição física, a qualidade de vida e saúde dos praticantes, devendo ser realizado, em média, duas a três vezes por semana, preferencialmente antes da parte fundamental do treino.

A progressão de um programa *core* deve seguir os seguintes critérios: do simples para o complexo, do lento para o rápido, do estável para o instável, de pouca força para muita força, do geral para o específico e da execução correta para o aumento da intensidade (Santos e Freitas, 2010). As linhas orientadoras indicam a realização de duas séries de doze repetições com contrações isométricas de cinco segundos, aumentada para dez, quinze e vinte segundos, para depois evoluir para o nível seguinte (Reinher, Carpes e Mota, 2008).

Podem ser utilizados os seguintes equipamentos: bola suíça, rolo de espuma, halteres, plataformas e pranchas de equilíbrio. Reinher, Carpes e Mota (2008) sugerem, para um programa de *core*, uma progressão de cinco estágios como se pode ver na tabela 1.

Tabela 1. Estágios de progressões de um programa *core* (adaptado de Reinher, Carpes Mota, 2008).

Estágio	Características das progressões
Estágio I	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção da bacia em posição neutra durante os exercícios; • Contrações abdominais, dando prioridade à ativação do transversos abdominal e oblíquos; • Contrações abdominais parciais com o indivíduo em decúbito dorsal, recrutando o transversos abdominal, oblíquos, glúteos e posteriores da coxa; • Exercícios de “ponte” – nível 1 (em decúbito dorsal, pés apoiados e joelhos fletidos, realizar contração dos músculos abdominais, glúteos e posteriores da coxa, para elevar a bacia); • Flexão lateral – nível 1 (em decúbito lateral, contração dos músculos abdominais, glúteos e quadríceps, para elevar lateralmente a bacia, com apoio nos pés e cotovelos).
Estágio II	<ul style="list-style-type: none"> • Correção e desequilíbrios de força e resistência muscular; • Exercícios de “mosca morta” – nível 2 (decúbito dorsal, realizar a elevação do membro inferior) • Exercícios de “ponte” – nível 2 (elevação de um membro inferior em extensão); • Flexão lateral – nível 2 (semelhante ao nível 1, mas com o joelho fletido a 90°); • Exercício “super-homem” (decúbito ventral, contrair os músculos posteriores da coxa, glúteos e massa comum, elevando os membros inferiores juntamente com os membros superiores).
Estágio III	<ul style="list-style-type: none"> • Reeducação dos músculos estabilizadores. • Exercícios de abdominal – nível 3 (na bola suíça, com os pés apoiados e mãos postas na coluna cervical, contrair os músculos abdominais, glúteos, quadríceps e posteriores da coxa); • Exercício de “ponte” – nível 3 (semelhante aos anteriores, mas realizado sobre a bola suíça), • Estabilização da escápula (em pé, com um pé à frente do outro, realizar rotação e extensão do tronco com contração abdominal e estender uma faixa elástica que está fixada à sua frente).
Estágio IV	<ul style="list-style-type: none"> • Exercícios avançados de estabilização estática. • Exercícios de flexão lateral – nível 3 (semelhante aos anteriores, mas com apoio somente nos pés e cotovelos); • Exercício “super-homem” – nível 3 (executado numa superfície instável).
Estágio V	<ul style="list-style-type: none"> • Exercícios avançados de estabilização dinâmica. <p>Exercícios de vela (apoiado no solo sobre a face anterior das pernas, com joelhos flexionados, contrair os estabilizadores do abdominal, glúteos e posteriores da coxa, movimentando o tronco para trás como se estivesse deitando).</p>

1.4. Treino rotacional V Movimentos multiplanares

O ser humano realiza com frequência ações motoras que pelas suas características biomecânicas podem facilmente desencadear a rotação da zona lombar, como por exemplo ações de lançamentos unilaterais (lançamento do dardo, do disco, golfe, entre outros). Assim, será importante que os profissionais revejam a seleção dos exercícios rotacionais do *core* e

escolher aqueles que implicam rotações na anca ou na região torácica, evitando a sobrecarga na região lombar.

Segundo Boyle (2014), as raízes do treino rotacional têm origem no trabalho dos fisioterapeutas Maggie Knott e Dorothy Voss que, em 1950, expandiram os padrões diagonais da facilitação neuromuscular propriocetiva desenvolvidos pelo neurofisiologista Herman Kabat. Embora, atualmente, se reconheça que a técnica de propriocepção neuromuscular facilitada está mais associada ao alongamento neuromuscular, a ideia era originalmente muito mais extensa (Boyle, 2014). A técnica de facilitação neuromuscular propriocetiva é um método que se baseia nos princípios da estimulação máxima do aparelho neuromuscular, com o auxílio de padrões de movimentos diagonais e aplicação de estímulos sensoriais, como os auditivos, visuais, cutâneos e propriocetivos.

O treino rotacional é a mistura do treino *core* com o treino de força, sendo de facto o desenvolvimento da força a parte fundamental em que envolve a estabilização contra uma força rotacional e não simplesmente o movimento de rotação (Boyle, 2014). Ao ser um treino rotacional, envolve padrões diagonais de exercício para envolver os movimentos primários do plano sagital e os músculos responsáveis pelo movimento do plano frontal e transversal. Os fisioterapeutas passaram a realizar estes padrões diagonais - de extensão e rotação - como parte essencial do movimento, visando proporcionar um contexto motor mais real para a reabilitação.

Myers (2014) defende a existência de meridianos miofasciais, nos quais se incluem as linhas espirais, também designadas como linhas funcionais do corpo. Estas linhas funcionais, que se estendem a partir do meridiano miofascial “linha dos braços”, através da superfície do tronco, até à região da bacia e perna contralateral, chama a atenção para o funcionamento integrado da musculatura através da junção crítica dos glúteos do lado contralateral.

Os padrões diagonais mais frequentemente usados para abordar essas linhas são chamados de padrões de *chop* (cortar) e *lift* (elevar) (Boyle, 2014). Estes padrões iniciais envolvem movimentos, principalmente no plano frontal, que forçam o executante a resistir à rotação do tronco através da contração isométrica dos músculos *core*. O padrão *chop* é um padrão de flexão e rotação, provavelmente melhor ilustrado pelas ações de cortar madeira, ou, do ponto de vista desportivo, lançar uma bola de beisebol. O padrão *lift* é o padrão de

extensão e rotação, uma ação de empurrar-multiplanar sendo como um movimento de rotação empurrar-puxar (Boyle, 2014).

1.5. Exercício multiplanar V antirrotacional

Dois termos que são cada vez mais populares no treino do *core* são os movimentos de antirrotação e anti-extensão e, de facto, o foco do treino do *core*, recai nessas ações principais (Boyle, 2014).

Exercícios multiplanares são conhecidos por serem exercícios de ganhos de mobilidade. Esta metodologia de treinar o corpo nos três planos de movimento, incluindo o desenvolvimento da flexibilidade em rotação, pode melhorar a estabilidade do *core* tendo um impacto benéfico na força desenvolvida com diferentes padrões de movimento.

Especialistas em reabilitação começaram a verificar que o movimento multiplanar é a forma mais eficaz para a reabilitação, envolvendo padrões diagonais de flexão e extensão combinados com a rotação.

1.5.1. Exercícios multiplanares

Conhecidos por envolver um movimento diagonal, combinando a rotação, flexão e extensão do tronco, e destinam-se ao desenvolvimento da estabilidade do tronco (Jones, 2016).

Knelling Stability Chop

O exercício ***Knelling Stability Chop*** envolve um movimento diagonal, combinando a rotação, flexão e extensão do tronco (Fig. 2), servindo para desenvolver a estabilidade do tronco e aumentar a força dos membros superiores (Jones, 2016). Na sua execução, a fase ativa do movimento implica puxar os membros superiores para baixo e para o lado contralateral da posição inicial da ação. Deve-se dar atenção ao possível desvio da anca para o lado oposto ao movimento ou à possível incapacidade de estabilizar o ombro.



Figura 2. *Knelling Stability Chop*

Knelling Stability Lift

O *Kneeling Stability Lift* é o oposto do *Chop*. Este exercício é executado num movimento tridimensional, de extensão e de rotação para fortalecer os músculos do *core* e da anca (Fig. 3). Durante a sua execução, o praticante puxa o cabo com as duas mãos passando pelo peito e empurra em direção ao lado oposto do ponto de ancoragem da carga. A realização de uma pequena rotação dos ombros para que as costas fiquem voltadas para a máquina no final do movimento facilitará toda a execução.



Figura 3. *Kneeling Stability Lift*.

1.5.2. Exercícios antirrotacionais

Os exercícios antirrotacionais envolvem a capacidade de resistir à rotação do tronco. Ao contrário dos exercícios multiplanares, os antirrotacionais requerem a capacidade de manter o plano de execução sem que ocorra uma rotação excessiva e compensatória do tronco quando as extremidades se afastam do centro do corpo. O treino antirrotacional é fundamental, pois ajuda a aumentar a estabilidade do núcleo e a resistência à flexão, extensão e rotação da coluna vertebral. Quase todos os movimentos dependem de a capacidade do atleta estabilizar o núcleo, uma vez que pode aumentar a força inicial e a resistência a lesões (Palmer, 2011).

Palof Press

Este exercício é caracterizado pela estabilidade isométrica do tronco, durante o movimento de aproximação e afastamento dos membros superiores. Ocorre trabalho não só do *core*, mas também do complexo do ombro e da anca, onde treina a capacidade de resistir ao movimento (neste caso, à rotação do tronco) e desafiando a capacidade de equilíbrio. Uma compensação comum na realização do movimento é ter uma ligeira rotação da anca, criando uma estabilidade artificial. A ideia básica é pressionar a alça do cabo em frente ao corpo, manter a posição estável e os músculos do *core* ativos isometricamente, ao mesmo tempo que resiste à rotação à medida que a resistência externa tenta puxar o corpo para o lado oposto (Dewar, 2018).



Figura 4. *Palof Press*.

Bird Dog

Este exercício é classificado por Boyle (2014) como um exercício de estabilidade do *core*, visto não ocorrer movimento da coluna e ser uma posição de controlo diafragmático e postural. A posição com quatro apoios fornece uma postura “não gravitacional”, em que um bom equilíbrio pode ser facilmente alcançado quando a posição neutra da coluna é mantida. A tarefa de extensão de um único membro inferior, quando o atleta se encontra de quatro apoios, proporciona baixa carga articular e atividade muscular limitada, sugerindo que esta posição pode ser apropriada para as pessoas que iniciam um programa de reabilitação para dor lombar.



Figura 5.*Bird Dog*

Dead Bug

O exercício *Dead Bug* é muito utilizado em fisioterapia clínica, para auxiliar na restauração da estabilidade da coluna lombar e força do *core* em pacientes com dor lombar (lombalgia) (Scavo, Cooklin, Faria et. al., 2017).

Este é um exercício efetivo para promover a estabilização do tronco e da pelve e é realizado movendo alternadamente os braços e as pernas, mantendo a manobra abdominal, que ativa os músculos reto abdominal e oblíquo (Yun, Lee et al., 2017).



Figura 6.*Dead Bug.*

1.6. Eletromiografia de superfície (EMG)

Nas últimas décadas, a eletromiografia de superfície (EMG) tem progredido substancialmente, tanto em número de investigações, como no seu processo de recolha e processamento de dados. Este método de avaliação da função neuromuscular tem sido amplamente utilizado em diversas investigações.

Esta técnica foi sendo aprimorada ao longo da história, através de contributos significativos de anatomistas, fisiologistas e engenheiros eletrotécnicos, contribuindo para a compreensão do fenómeno biofísico da contração muscular e para o controlo motor realizado pelo sistema nervoso (Silva, 2010).

Como o próprio nome sugere, eletromiografia consiste no estudo eletrofisiológico do sistema neuromuscular, através da deteção e registo do sinal elétrico produzido pelo músculo-esquelético. A EMG inclui deteção, amplificação, registo, análise e interpretação do sinal elétrico produzido pelo músculo-esquelético quando é ativado para produzir força (De Luca,

1997). Com a EMG pode-se captar o grau de participação muscular em determinado movimento, em que momento o músculo participa e se realmente participa de maneira significativa (De Luca, 1997).

A EMG de superfície é uma técnica não invasiva de avaliação da função muscular que envolve o somatório dos potenciais elétricos oriundos de unidades motoras ativas, detetado por meio de elétrodos posicionados na pele, que permite avaliar o grau e a duração da atividade muscular, a ocorrência de fadiga, as estratégias neurais de recrutamento e as alterações da composição das unidades motoras resultante de programas de treino muscular (Farina, Merlettie & Enoka, 2004).

O funcionamento da EMG de superfície consiste na colocação de elétrodos na pele do sujeito, que permitem detetar e registar a soma da atividade elétrica das unidades motoras ativas, que resulta dos potenciais de ação verificados no sarcolema (Pires, 2006). O Sinal Eletromiográfico (SE) é proveniente do potencial de ação que percorre a fibra muscular levando-a à contração (Andrade, 2007). A aquisição não invasiva do SE, utilizando elétrodos de superfície, é um método conveniente, apesar de produzir uma informação grosseira sobre o músculo em investigação, pois capta a atividade do músculo ou de todo o grupo muscular (Basmajian e De Luca, 1985). Elétrodos de superfície são capazes de captar sinais até 500Hz com amplitudes variando entre 50 μ V e 5mV, dependendo do músculo analisado e da configuração do eletrodo utilizado. A densidade espectral de potência do SE é estimada para várias aplicações clínicas, como tremores patológicos e análise de fadiga muscular (Basmajian e De Luca, 1985).

Elétrodos de superfície podem ser ativos ou passivos. Elétrodos ativos incluem um circuito de amplificação. Normalmente estes elétrodos são bipolares, ou seja, o amplificador utilizado é o diferencial. Tais elétrodos também são chamados de elétrodos secos, pois normalmente não necessitam o uso de gel condutor, pasta abrasiva ou a retirada dos pelos (Basmajian e De Luca, 1985). Os elétrodos passivos consistem em um disco de Ag-AgCl, que deve ser posicionado acima da pele. Em geral estes elétrodos são utilizados em conjunto com um gel ou pasta condutora contendo iões de cloro, a fim de diminuir a impedância de contacto entre o eletrodo e a pele (Basmajian e De Luca, 1985). Para melhores resultados, pode-se remover a camada superficial da pele com o uso de um gel abrasivo, e, normalmente é necessário realizar a raspagem dos pelos (tricotomia) na área onde o eletrodo será

posicionado, para minimizar a influência complexa da resistência da pele no sinal, e no sentido de aumentar a sua fidelidade, de forma a reduzir impedância do conjunto eletrodo/pele, que não deve ultrapassar os 1000 ohm (Farina, Merlettie e Enoka, 2004). Estes normalmente são os mais utilizados pois limitam-se a detetar a atividade mio elétrica e a enviá-la para um amplificador. No entanto, em estudos cinesiológicos utilizam-se eletrodos ativos, que contêm no interior da própria estrutura de suporte um pré-amplificador diferencial que subtrai e amplifica o sinal logo à saída da pele. Dessa forma, as interferências produzidas pela deslocação dos cabos adicionam-se a um sinal já amplificado, refletindo-se de forma bastante menos significativa no sinal final obtido (Farina et al., 2004).

As fibras devem assumir uma orientação longitudinal, em que a linha que une as duas superfícies de deteção é paralela à orientação das fibras musculares, assumindo que a orientação das fibras é linear e que estas são paralelas umas às outras. No caso dos músculos em que nenhuma destas condições se encontre preenchida, coloca-se os eletrodos paralelamente à linha que une a origem do músculo à sua inserção (Farina et al., 2004).

Segundo De Lucca (1997), na eletromiografia sempre existem interferências no sinal adquirido. Assim, o referido autor dividiu-as em dois grandes grupos: as interferências intrínsecas e extrínsecas. As intrínsecas dizem respeito a elementos que não são passíveis de serem modificados ou minimizados como as características fisiológicas e anatómicas do músculo. Já as extrínsecas dizem respeito aos fatores que envolvem os eletrodos e estruturas que podem ser modificadas, como a pele, o tipo de eletrodos (marca, forma, característica, posição e orientação).

As interferências podem e devem ser minimizadas com o objetivo de diminuir os “ruídos” no sinal detetado. Esse ruído pode ser minimizado através de uma boa conexão estabelecida entre o eletrodo e a pele, a diminuição do movimento dos cabos de ligação (sobretudo no caso da utilização de eletrodos passivos) e uma filtragem adequada (Pires, 2006). O sinal pode ser abordado basicamente de três formas de análise (De Luca, 1997). A forma mais utilizada é a amplitude do sinal em relação ao tempo. A partir desse gráfico pode-se fazer análises como verificar o valor RMS (root mean square) e interferência de fadiga no teste. Outra forma, é abordar o sinal digital em percentual relacionado a frequência da ativação. Essa forma permite a visualização da frequência mais requisitada. Os dados obtidos podem variar devido ao tratamento nos dados e a características musculares específicas (tipo

de fibra, por exemplo). A terceira forma de abordagem do sinal diz respeito ao *onset*, ou seja, ao período em que o músculo transita do repouso para a contração. Dessa forma, é possível avaliar o tempo de condução neural (De Luca, 1997).

A escolha da EMG de superfície é justificada pelo facto da fácil manipulação e controlo para o experimentador, pelo conforto para o executante e pela possibilidade de uma análise global do comportamento dos músculos.

1.7. Atividade muscular durante a realização de exercícios abdominais

Ao longo destes últimos anos têm-se verificado um incremento do número de estudos sobre a musculatura do tronco, procurando compreender o impacto das variações dos planos e eixos de movimento e da utilização de diferentes equipamentos, nomeadamente das superfícies instáveis, na sua ativação e reforço muscular.

As utilizações de diferentes exercícios, com variações em relação aos planos e eixos de movimento, proporcionam respostas distintas no recrutamento dos músculos do *core* (Imai et al., 2010). A compreensão dessas respostas é importante para os profissionais da área do desporto, da atividade física e saúde, uma vez que lhes permitirá determinar a progressão apropriada nos programas de *performance*, de prevenção e reabilitação da estabilização do tronco. Também o conhecimento dos níveis de ativação dos músculos do tronco durante os exercícios é importante na prescrição de programas de exercícios que visam aumentar a intensidade do treino de forma progressiva (Imai et al., 2010).

A resistência muscular é uma qualidade física que deve ser enfatizada num programa de estabilização do tronco. Durante as atividades da vida diária, a estabilização da região lombo-pélvica deve ser mantida durante várias horas, com a utilização de níveis moderados de atividade muscular, fator que salienta a importância dos programas de treino dos músculos *core*.

Os programas de estabilização do tronco podem reduzir significativamente a dor lombar crônica entre 39% a 76,8% e um programa de força muscular reduzir dor em 61,6% (Imai et al., 2010).

Autores como (Imai et al., 2010; Steven et al., 2006; Rovêa et al., 2010) referem a importância da influência que os equipamentos de instabilidade, assim como a velocidade de execução dos exercícios tem efeitos na ativação dos músculos do tronco. Hodges e

Richardson (1999) afirmaram que a velocidade do movimento pode ser um ponto de diferenciação da atividade muscular, com movimentos mais rápidos dos membros superiores, tende ocorrer o aumento significativo da atividade muscular do tronco e deltoide, enquanto, em contraste, quanto mais lentos os movimentos da extremidade superior, menor a atividade muscular do tronco e músculo deltoide.

A influência da estabilidade da superfície na atividade muscular parece depender do exercício. Silva, Gregório et al. (2016) referem que o uso de exercícios instáveis (com a utilização de um BOSU) pode ser utilizado em treinos que objetivam ganhos de força, uma vez que estes exercícios geram uma atividade muscular maior em 60% do que a observada na contração voluntária máxima (CVM) podem ser mais propícios ao desenvolvimento da força muscular.

Segundo Horsak et al. (2017), os exercícios de estabilização lombar (*advanced one-leg back bridging; supine roll-out; forward and backward trunk lean e prone roll-out* numa superfície instável (*Swiss Ball*); e *side bridging e advanced planking*), realizados em superfície estável. Neste estudo foi observado um aumento significativo da atividade dos músculos do tronco reto abdominal, paraespinal lombar e oblíquos interno e externo nos exercícios em superfícies instáveis, quando comparados com os resultados em relação a estáveis, exceto no exercício da ponte de glúteo. Neste estudo foi observado uma atividade significativamente maior no exercício *side bridging* (> 60%) no músculo oblíquo externo. O aumento da atividade do oblíquo externo é mais evidente quando realizado numa superfície instável, devido à necessidade de controlar a rotação do tronco (Muller et al., 2017).

Gregório, Pereira et al. (2016), também demonstraram que os músculos da parede abdominal ântero-lateral (reto abdominal, oblíquo externo e oblíquo externo) foram recrutados com maior magnitude nos exercícios prancha ventral, prancha lateral e balanço para trás, enquanto os músculos extensores do tronco (erector espinal e multífidos) sendo mais ativados nos exercícios de ponte, prancha dorsal e prancha ventral de dois apoios. Desta forma, os padrões de ativação muscular, registados durante a realização da maioria dos exercícios de estabilização, caracterizaram-se pela ativação preferencial dos músculos que atuam contra a ação da gravidade. Pode-se argumentar que o aumento nos níveis de ativação do oblíquo externo e do reto abdominal durante a prancha ventral parece ser causado pela

diminuição da estabilidade da superfície e não por diferenças biomecânicas resultantes da posição do corpo em relação à ação da gravidade.

Cugliari e Boccia (2017) estudaram a ativação dos músculos *core* em exercícios em suspensão (*roll out; pike; bodysaw e knee-tuck*), com a utilização do TRX®. concluindo que o músculo eretor espinal apresentou menor ativação em comparação com os restantes músculos em análise. Este estudo demonstrou que os exercícios concentraram a ativação nos músculos da parede abdominal anterior, onde se evidenciou que as duas partes (superior e inferior) do reto abdominal podem ter sido ativadas de forma diferente de acordo com as necessidades da tarefa motora. Assim, esta descoberta pode ser explicada pela possibilidade de (voluntária ou involuntária) modular a relação de ativação entre as partes do reto abdominal a fim de alcançar o melhor controlo da região central. Ainda neste estudo, os autores observaram níveis de ativação mais elevados do músculo reto abdominal (de ambos os lados) e do oblíquo externo durante os exercícios analisados. Os resultados indicam que os exercícios em suspensão são mais eficazes para fortalecer a parede abdominal ântero-lateral, podendo também ser considerados exercícios de força do *core*.

A manipulação dos planos de movimento também pode influenciar a atividade muscular do tronco. Exercícios como o *Bird Dog*, que envolve quatro apoios e que é classificado como um exercício de estabilidade do *core*, apresenta níveis elevados de atividade neuromuscular (até 60% do observado na CVM). A causa disso pode ser dupla: (i) a natureza da posição do tronco durante o exercício e (ii) a aplicação mais proximal da perturbação ou instabilidade em relação ao tronco. Segundo Muller et al. (2017), ao realizar este exercício, quando um dos membros inferiores é elevado, o oblíquo externo contralateral é mais ativado. Na verdade, o oblíquo externo é responsável pela rotação e flexão contralateral do tronco. Consequentemente, parece ser um exercício adequado para ativar os músculos do tronco. Particularmente, a atividade muscular relativa dos oblíquos abdominais parece alterar dependendo da tarefa e da necessidade de estabilidade.

Diferentes investigadores e clínicos referem que a estabilização da região lombar durante os exercícios básicos de estabilização é criada por uma boa ativação dos músculos locais. No entanto, a forma como a atividade muscular local está relacionada com a atividade muscular global, parece muito mais importante do que os níveis relativos de atividade muscular dos músculos separadamente (Stevens, Vleeming et al., 2007).

No estudo de Marques et al. (2012) em que foram analisados três exercícios com a haste oscilatória, o exercício um foi executado bimanualmente com os ombros em aproximadamente 90° de flexão e oscilação da haste no plano transversal, paralela ao solo. O exercício dois também foi executado bimanualmente com os ombros em aproximadamente 180° de flexão e oscilação da haste no plano frontal, paralela ao solo. O exercício três foi executado com o membro superior dominante, ombros em aproximadamente 90° de flexão e oscilação da haste no plano sagital, perpendicular ao solo, os resultados geraram diferenças nas características do padrão de ativação dos músculos posteriores. Os resultados deste estudo mostraram que o tipo de exercício, caracterizado pelo plano de oscilação de uma haste, pela postura, foram determinantes para a definição do padrão de coativação muscular. Foi observado ainda um predomínio na atividade EMG dos músculos da região posterior em relação aos músculos da região anterior do tronco. Essa maior ativação dos músculos da região dorsal pode-se justificar pelo deslocamento anterior do centro de gravidade provocado pela oscilação da haste à frente do tronco.

Notoriamente, a coativação dos músculos multífidos e oblíquo interno é fundamental para aumentar a estabilidade da coluna lombar. O multífido é o único músculo capaz de aumentar a estabilidade dos segmentos vertebrais lombares, enquanto estabiliza dinamicamente a articulação sacroilíaca. A região ântero-inferior da parede abdominal, formada pelo transversos abdominal e o oblíquo interno, estabiliza a coluna por meio da fásia toracolombar e contribui para o aumento da pressão intra-abdominal, aumentando a estabilidade da articulação sacroilíaca (Marques, et al., 2012).

A postura em que o exercício é realizado modifica a coativação muscular, sendo que, em exercícios na posição ortostática, ocorre uma maior atividade dos músculos iliolumbar e oblíquo externo. Isto ocorre porque, na posição sentada, o tronco sofre menos perturbações oscilatórias, uma vez que a anca se encontra mais estável (Marques, et al., 2012).

Vieira, Sousa e Lizardo (2014) realçaram que o baixo recrutamento do reto femoral encontrados nos exercícios *crunch* realizados na BOSU® e no *Crunch Bench* pode ser um modo seguro de realizar exercícios para os músculos do tronco, especialmente para pessoas sedentárias. O nível de ativação dos músculos reto abdominal superior, reto abdominal inferior e oblíquo externo, durante a execução do exercício *crunch* na BOSU®, foi mais alto, enquanto que *Crunch Bench* foram considerados altos para os músculos reto abdominal

superior e inferior, e moderados para os oblíquos. Podemos então dizer que o *crunch* realizado na BOSU® é mais eficaz para a ativação do músculo reto do abdominal como um todo e na redução da atividade dos músculos flexores da coxa, em relação ao exercício *Crunch* realizado numa máquina.

O exercício *Dead Bug* é prescrito para ativar os flexores do tronco (reto abdominal e oblíquos) e para recrutar os extensores de tronco e anca (massa comum e glúteo máximo) Souza et al. (2001). O estudo de Yun, Lee et al. (2017), sobre os níveis de ativação produzidos pelo *Dead Bug*, mostrou que a atividade eletromiográfica dos músculos reto abdominal, oblíquo externo e interno foi significativamente afetado pela velocidade do movimento. Ou seja, quanto maior a velocidade de execução, maior a ativação muscular, indicando que a ativação muscular pode ser mais favorável e efetiva se a velocidade de execução do exercício for escolhida de forma adequada. Hodges e Richardson (1997) afirmaram que a velocidade do movimento pode ser também um ponto de diferenciação da atividade muscular. Com movimentos mais rápidos dos membros superiores, tende a ocorrer um aumento significativo da atividade muscular do tronco e do deltoide. Em contraste, quanto mais lentos os movimentos da extremidade superior, menor a atividade muscular do tronco e do músculo deltoide.

McGill e Karpowicz (2009) compararam a atividade muscular da parede abdominal durante a execução de um exercício de *Dead Bug* lento *versus* rápido. Enquanto os valores dos músculos reto abdominal, oblíquo externo e interno foram de 6%, 8% e 5% de CVM, respetivamente, durante o movimento lento, verificaram-se valores de 53%, 26% e 42% CVM durante o movimento rápido. Considera-se que a razão para o aumento da atividade muscular da parede abdominal, induzido pelo aumento da velocidade de movimento, resulta da maior exigência mecânica para estabilizar o tronco.

Capítulo 2 - Objetivos e Hipóteses

2.1. Enquadramento do problema

De acordo com a literatura, sabemos que o *core* representa um conjunto de músculos que circunscreve a cavidade abdominal, preenchida por um amplo conjunto de órgãos de extrema importância. Esta musculatura é a responsável pela sustentação e estabilização de praticamente todos os movimentos do nosso corpo. Neste sentido, é fundamental que qualquer pessoa tenha o *core* fortalecido e estabilizado. São muitos os exercícios sugeridos para tonificar e fortalecer os músculos desta região. No entanto, sabemos que muitos destes exercícios são pouco eficazes na melhoria da estabilização do tronco. As tendências mais atuais têm indicado como exercícios mais adequados aqueles cujo movimento através de vários planos de movimento (exercício multiplanares) ou aqueles que desafiam a tendência de rotação do tronco (exercícios antirrotacionais). Neste quadro, procurámos com este estudo investigar os níveis de ativação dos músculos que compõem o *core* em exercícios utilizados em rotinas de treino abdominal.

2.2. Objetivos

Objetivo central:

- Investigar os níveis de ativação dos músculos *core* (reto abdominal, massa comum e oblíquo externo) em exercícios antirrotacionais (*Palof Press*, *Bird Dog* e *Dead Bug*) e em exercícios multiplanares (*Kneeling Stability Chop* e *Kneeling Stability Lift*).

Objetivos específicos:

- Estudar a ativação dos músculos, reto abdominal, massa comum e oblíquo externo do lado homolateral e contralateral, ao movimento nos diversos exercícios.
- Estudar os níveis de ativação do músculo em análise durante a fase passiva e ativa do movimento de cada um dos exercícios.

2.3. Problema

No contexto atual verificam-se cada vez mais problemas posturais e de dores de costas (associados a patologias da coluna) que faz com que os técnicos de exercício se devam debruçar mais sobre possíveis fatores que possam proporcionar tais fatores, assim como

tentarem adquirir conhecimentos para proporcionar melhorias de vida ou de *performance* aos indivíduos. Neste sentido, entendemos que a análise da ativação dos músculos do *core*, o centro do corpo, é extremamente importante para otimizar e maximizar resultados.

2.4. Hipóteses

As hipóteses do estudo foram formuladas tendo em conta resultados obtidos em estudos científicos já referidos na revisão bibliográfica assim como em experiência própria. Sendo profissional de exercício, tenho familiaridade com os movimentos, executo e acabo por ter noção da ativação dos músculos. Tendo ainda em conta os objetivos anteriormente referidos, definiram-se como hipóteses (H):

H¹: O exercício *Dead Bug* é aquele que produz maior ativação do reto abdominal, tanto do lado homolateral como contralateral do movimento.

H²: O exercício *Bird Dog* produz maior ativação da massa comum de ambos os lados do tronco.

H³: O exercício *Chop* produz a maior ativação do oblíquo externo, em particular do lado contralateral do tronco.

H⁴: O exercício *Pallof* produz maior ativação do oblíquo externo de ambos os lados do tronco.

H⁵: De os exercícios estudados, o *Lift* é aquele que produz a maior ativação do músculo massa comum, tanto do lado homolateral como do lado contralateral de ambos os lados do tronco.

H⁶: A atividade eletromiográfica dos músculos em análise (reto abdominal, massa comum e oblíquo externo) é superior nos exercícios antirrotacionais em relação aos exercícios multiplanares.

Capítulo 3 - Material e Métodos

3.1. Caracterização da amostra

A amostra do presente estudo foi constituída por 13 sujeitos, do sexo masculino, com média de idade $23,4 \pm 3,34$ anos, uma massa corporal de $79,4 \pm 9,56$ Kg e uma estatura de $179 \pm 11,3$ cm.

Os sujeitos foram previamente familiarizados com os exercícios e informados sobre os objetivos do estudo e as tarefas que iriam realizar. Como critérios de inclusão, todos os indivíduos deveriam ser praticantes de atividade física regular, ser considerados fisicamente ativos e possuir IMC normal (18,5 a 24,9%). Foram excluídos indivíduos com histórico de lombalgias, avaliado pelo índice de incapacidade lombar, e/ou qualquer outro tipo de disfunção músculo-esquelética que pudesse interferir na execução dos exercícios. Foram excluídos também os indivíduos que utilizavam medicamentos que pudessem influenciar a atividade muscular. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a Declaração de Helsínquia no que diz respeito à pesquisa em seres humanos.

3.2. Protocolo experimental

A sessão experimental integrou cinco exercícios, dois multiarticulares (*Kneeling Stability Shop e Kneeling Stability Lift*) e três de movimento antirrotacional (*Palof Press; Bird Dog e Dead Bug*). Dada a extensão da recolha de dados, os sujeitos foram divididos por três sessões experimentais que decorreram em dias distintos. Porém, cada sujeito realizou todos os exercícios no mesmo dia.

O protocolo experimental incluiu uma fase de familiarização, de preparação seguida da realização dos exercícios em estudo. Durante a fase de familiarização, os participantes conheceram as tarefas a realizar e os equipamentos a serem utilizados. Em seguida, experimentaram os exercícios que iriam realizar. Previamente à sessão experimental, recolheram-se os dados referentes à caracterização global dos participantes do estudo (idade, massa corporal e estatura). Para a recolha dos dados referentes à massa corporal foi utilizada uma balança digital (SECA), tendo os sujeitos a menor quantidade de roupa possível. No que toca à medição da estatura, o instrumento utilizado foi uma fita métrica. Pediu-se aos participantes que estivessem descalços e encostados a uma parede, na posição ortostática. Foi retirado o maior valor observado pela projeção do vértex à parede. Posteriormente, os

participantes foram submetidos à preparação da pele que consistiu em encontrar o ponto de referência de colocação do eletrodo e na remoção da camada superficial da pele com o uso de um gel abrasivo, foi necessário realizar a raspagem dos pelos (tricotomia) na área onde o eletrodo foi posicionado, para minimizar a influência complexa da resistência da pele no sinal. Após colocação dos eletrodos e verificação da qualidade do sinal de EMG, cada sujeito realizou cinco repetições por cada um dos exercícios selecionados para o presente estudo. A ordem de realização dos exercícios foi aleatória e cada sujeito teve um intervalo de 120 segundos entre exercícios. Cada exercício foi realizado a uma velocidade moderada, segundo as seguintes indicações:

3.2.1. Exercícios em estudo

Os sujeitos foram instruídos para realizar cinco repetições de cada exercício, a uma velocidade moderada, seguindo as indicações técnicas para a sua realização (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Descrição técnica dos exercícios multiplanares em estudo.

Knelling Stability Chop (Fig. 2)

- Um joelho no chão, tronco alinhado lateralmente ao local de ancoragem da resistência externa;
- Segurar a pega num nível superior com mãos separadas;
- Com as duas mãos puxar o elástico abaixo do nível do peito e pressionar o elástico para fora e para baixo; mão oposta termina ao lado do joelho e a outra mão pressiona para terminar abaixo da anca;
- Inverter o movimento para retornar à posição inicial.



Figura 2. *Knelling Stability Chop.*

Kneeling Stability Lift (Fig. 3)

- Um joelho no chão, tronco alinhado lateralmente ao local de ancoragem da resistência externa;
- Segurar a pega num nível superior com mãos separadas;
- Com as duas mãos puxar o elástico até ao nível do peito e pressionar o elástico para fora e para cima, de modo que a mão oposta termine acima da anca e outra mão pressiona para terminar acima do ombro;
- Inverter o movimento para retornar à posição inicial.



Figura 3. *Kneeling Stability Lift.*

Tabela 3. Descrição técnica dos exercícios antirrotacionais em estudo

Palof Press (Fig. 4)

- Posição bípede, pés afastados à largura dos ombros; pequena flexão dos joelhos;
- Segurar o elástico com as duas mãos diretamente à frente do peito, até gerar uma tensão de aproximadamente 75 Newtons;
- Manter o corpo estável e em equilíbrio;
- Afastar os punhos do tronco na direção anterior;
- Dirigir os punhos de novo em direção ao peito.



Figura 4. Palof Press

Bird Dog (Fig. 5)

- Posição quadrúpede, mãos alinhadas com os ombros e a segurar os elásticos; **joelhos alinhados com a anca;**
- Manter a coluna vertebral neutra e realizar flexão do membro superior direito (para a frente e lado da cabeça) ao mesmo tempo que realiza a extensão do membro inferior do lado esquerdo (para trás do corpo), alternado os segmentos a cada repetição;
- Retornar para a posição inicial.



Figura 5. Bird Dog.

Dead Bug (Fig. 6)

- Posição de deitado em decúbito dorsal, com membros superiores diretamente sobre os ombros e em extensão em direção ao teto; segurar os elásticos presos à célula de carga;
- Joelhos fletidos a 90° sobre a anca, pernas paralelas ao solo;
- Manter os ombros para baixo e os pés em dorsiflexão;
- Estabilizar o tronco e realizar a flexão do braço direito e a extensão do membro inferior esquerdo de forma controlada.



Figura 6. Dead Bug.

3.3. Recolha dos sinais EMG

O sinal de EMG dos músculos reto abdominal (RA), oblíquo externo (OE) e massa comum (EE) foi recolhido bilateralmente através de 6 pares de elétrodos Ag-AgCl (Ambu Neuroline; área de condução de 28 mm²), com uma distância interelétrodo de 20mm (de centro a centro).

Após cuidadosa preparação da pele (esfoliação e limpeza com água), os pares de elétrodos foram colocados sobre os respectivos músculos de acordo com as diretrizes publicadas (Fig. 7 e Tabela 4).

Tabela 4. Descrição da colocação dos elétrodos (adaptado de Hermens et al., (2000); Horsak et al., (2017)).

Músculo	Descrição da colocação dos elétrodos
Reto abdominal	Elétrodos posicionados verticalmente e centrados no ventre muscular, a 3 cm lateral e 3 cm superior ao umbigo (Horsak et al., 2017), (Fig. 7b).
Oblíquo externo	Elétrodos paralelos à linha do ponto mais inferior da margem costal e do tubérculo púbico contra lateral (Horsak et al., 2017), (Fig. 7a).
Massa Comum	Elétrodos posicionados na linha média do ventre muscular entre o ponto motor e junção mio tendinosa, fica a 2 dedos de largura da L1 (Hermens et al., 2000), (Fig. 7c).

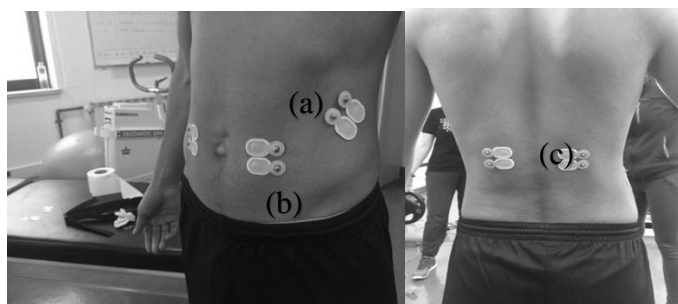


Figura 7. EMG de superfície bipolar dos músculos (a) oblíquo externo e (b) reto abdominal (c) massa comum.

Os elétrodos de EMG foram colocados com os participantes na posição ortostática. Na parte anterior do tronco, a cicatriz umbilical foi tomada como referência para os elétrodos colocados no reto abdominal e no oblíquo externo (Fig. 7).

Os sinais de EMG de superfície foram amplificados como derivações bipolares (amplificador EMG, LISiN-OT BIOelettronica, Torino, Itália), filtrados com uma passa-banda (-3dB, 10-500 Hz), amostrado a 2048 amostras por segundo e convertidos em dados digitais por uma placa conversora A/D de 12 bits.

3.4. Análise e tratamento do sinal EMG

A amplitude do sinal de EMG foi quantificada através do cálculo do valor médio retificado (ARV) (De Luca, 2002). Após a aquisição do sinal EMG em bruto pelo programa OTB, os valores de EMG foram exportados e tratados *offline* através de rotinas escritas *Matlab* (versão R2013a). O sinal de EMG foi filtrado (filtro passa-banda *Butterworth* 10-400) e retificado. Seguidamente, foi calculado o ARV em janelas de 150ms, para cada um

dos músculos analisados. Por fim procedeu-se à normalização dos valores de ARV. A normalização da ativação dos músculos do reto anterior e do oblíquo externo foi realizada em função do valor médio dos quatro valores máximos de ARV encontrados durante o exercício *Dead Bug*. Por sua vez, a ativação do músculo massa comum foi realizada em relação ao valor médio dos quatro valores máximos de ARV encontrados durante o exercício *Bird Dog*. Os valores de ARV de cada músculo, obtidos em cada um dos exercícios, foram divididos pelo valor médio dos quatro valores máximos do respetivo músculo.

3.5. Identificação das fases ativa e passiva do exercício

Para identificar as fases ativa e passiva do exercício, o elástico foi preso a uma célula de carga (SENSOR, Londres, Reino Unido) que estava presa a um ponto fixo. Sempre que os participantes tracionavam o elástico, a célula de carga registava a força de tensão produzida. O sinal analógico da célula de carga foi recolhido em simultâneo com a atividade eletromiográfica pelo amplificador de EMG (LISiN-OT BIOelettronica, Torino, Itália), com uma frequência de amostragem de 2048Hz.

A fase ativa dos exercícios foi considerada durante o período em que a força de tensão registada pela célula de carga foi progressivamente aumentando. Por sua vez a fase passiva foi considerada a partir do momento que a força de tensão decresceu progressivamente (Fig. 8). As identificações dos instantes correspondentes à inversão da produção da força de tensão foram identificadas através de uma rotina escrita em Matlab (versão R2013a). A partir da identificação das fases de inversão da produção da força, foi possível identificar o número de repetições, bem como a fase passiva e ativa de cada uma delas. Posteriormente, esta informação foi utilizada para calcular a ARV média de cada um dos músculos por fase do exercício (Fig. 8 A, B, C e D).

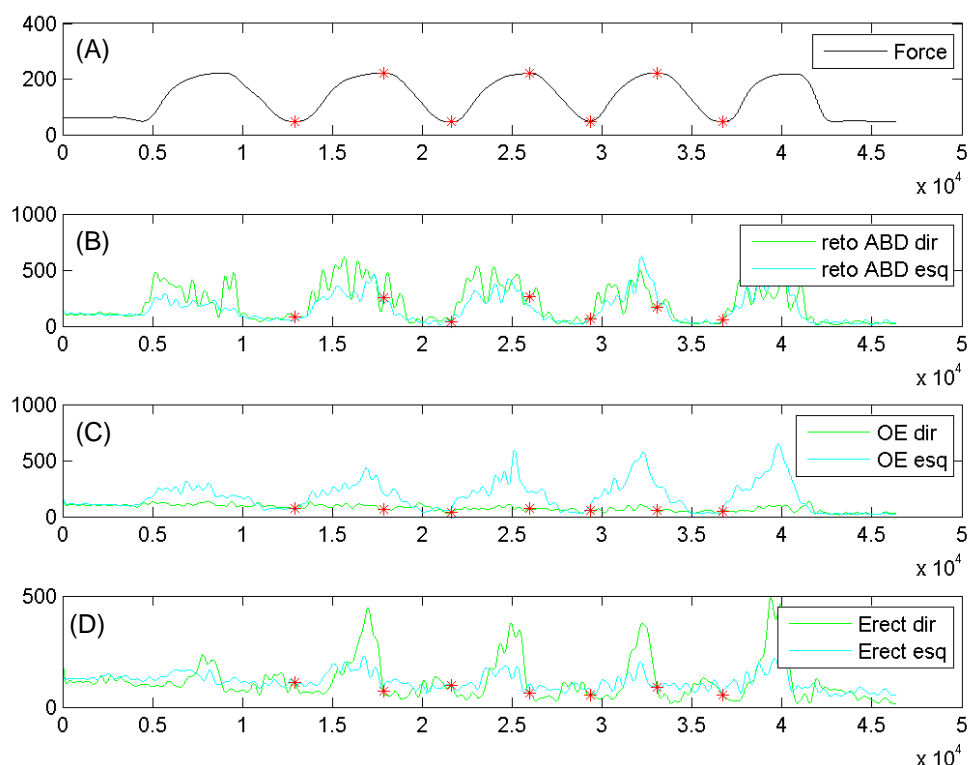


Figura 8. Representação gráfica da identificação das fases ativa e passiva através do registo da força de tensão produzida durante o exercício (A). A identificação dos instantes de inversão permitiram calcular o valor médio da ARV dos músculos reto abdominal (B) oblíquo externo (C) e massa comum (D) durante a fase ativa e passiva do exercício.

3.5. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico compreendeu dois tipos de análise. Numa primeira situação, realizou-se uma análise exploratória e descritiva dos dados. Posteriormente efetuou-se a análise inferencial dos mesmos. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o programa STATISTICA (versão 10 da Stat Soft. Inc., Estados Unidos da América). No que diz respeito à análise exploratória e descritiva, foram utilizados os parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão, coeficientes de variação e erro padrão). Foi também realizada a análise da normalidade da distribuição através do teste *Shapiro-Wilk* (nível de significância de 5%) e da representação gráfica (caixa de bigodes). Adicionalmente, foi realizado o teste de esfericidade de *Mauchly*, para averiguar se o pressuposto variâncias iguais e correlações nulas foi violada. Sempre que assunção de esfericidade foi violada, fez-se ajuste para *Greenhouse-Geisser* (se o valor de $G-G < 0,7$) ou para *Huynh-Feldt* (quando o valor de $Elipson > 0.7$). O nível de significância foi determinado para $p \leq 0,05$. Depois de

verificado os critérios de normalidade e de homogeneidade, procedeu-se à análise das variâncias através do modelo geral linear (GLM) para medidas repetidas (1x5). Para averiguar a influência do exercício na ativação máxima dos músculos (ARVmax), foi usado apenas um fator (tipo de exercício) com 5 níveis (exercícios *Chop*, *Lift*, *Pallof*, *Bird Dog*, e *Dead Bug*). Sempre que a hipótese nula (igualdade de variâncias entre células) foi rejeitada, estabeleceram-se comparações múltiplas *a posteriori*, recorrendo ao teste Newman-Kleus. Para estudar a diferença de ativação de cada músculo, entre a fase ativa e passiva de cada exercício, recorreu-se ao teste *T-student* para medidas emparelhadas. Este teste também foi utilizado para averiguar, em cada exercício, as diferenças de ativação entre o lado homolateral e contralateral do mesmo músculo. Em todos os procedimentos estatísticos foi adotado o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Capítulo 4 - Resultados

4. Resultados

Os resultados são apresentados conforme a análise estatística das médias e respectivos desvios padrão das variáveis dependentes e independentes, na atividade muscular nos diferentes movimentos.

4.1. Análise da atividade muscular para o lado homolateral e contra lateral ao movimento

4.1.1. Atividade do músculo reto abdominal

A Figura 9 mostra a atividade muscular máxima (ARV normalizada) do músculo reto abdominal (RA) homolateral e contralateral ao movimento obtida ao longo dos vários exercícios estudados. Os resultados estatísticos mostraram que atividade do RA, tanto do lado homolateral, como do lado contra lateral ao movimento, foi significativamente afetada pelo tipo de exercício aplicado ($P < 0,001$, para ambos os lados; Fig. 9).

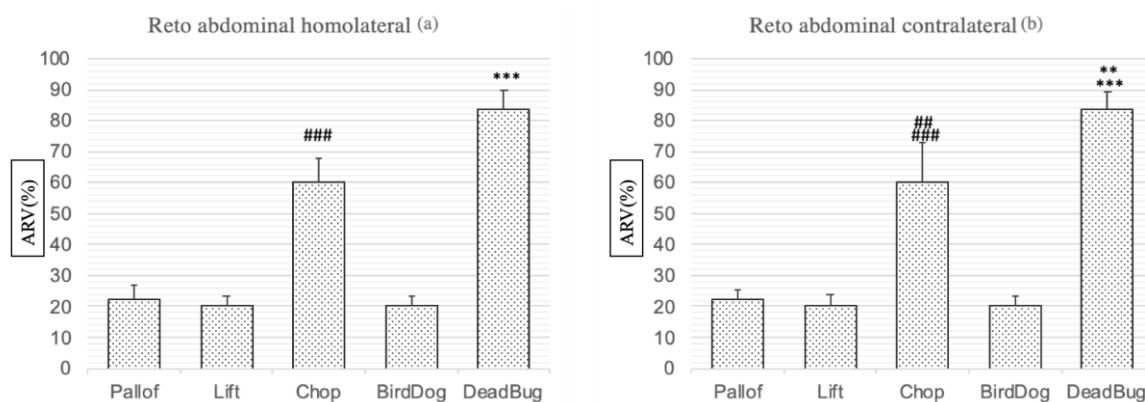


Figura 9. Média e respetivo erro padrão da amplitude máxima da atividade muscular normalizada (ARV em %) do reto abdominal homolateral (A) e contra lateral ao movimento (B). Na imagem (a): ***Dead Bug significativamente diferente de Bird Dog, Lift e Pallof ($P < 0,001$); **Dead Bug significativamente diferente de Chop ($P < 0,01$); ###Chop significativamente diferente de BirdDog, Lift e Pallof ($P < 0,001$); ###Chop significativamente diferente de DeadBug ($P < 0,01$). Na imagem (b): ***Dead Bug significativamente diferente de Bird Dog, Chop, Lift e Pallof ($P < 0,001$); ***Dead Bug significativamente diferente de Bird Dog, Chop, Lift e Pallof ($P < 0,001$); ###Chop significativamente diferente de BirdDog, Lift, Dead Bug e Pallof ($P < 0,001$);

No exercício *Dead Bug*, a ativação máxima do RA_{homolat} foi significativamente superior aos restantes exercícios (+61,2% a 63,3% do que nos exercícios *Pallof*, *Lift* e *Bird Dog* e +23,1% do que no exercício *Chop*; ($P < 0,001$ para todas as condições; Fig.9a).

A mesma tendência foi observada relativamente à atividade máxima do RA_{contralat} (Fig. 9b). Durante o exercício *Dead Bug*, a atividade do RA_{contralat} foi significativamente superior

ao observado nos exercícios *Pallof* (+61,1%; $P < 0,001$), *Lift* (+63,1%; $P < 0,001$), *Chop* (+23,1%; $P < 0,01$) e *Bird Dog* (+63,3%; $P < 0,001$).

Comparando a ativação do reto abdominal de ambos os lados, verificou-se que esta foi significativamente diferente nos exercícios *Bird Dog* ($P = 0,006$) e *Chop* ($P = 0,027$). Estes exercícios induziram uma maior ativação do RA contralateral do que do lado homolateral do movimento (em média +12,9% e 11,0%, para os exercícios *Bird Dog* e *Chop*, respetivamente). Foi verificada também uma tendência para diferentes níveis de ativação entre o músculo reto abdominal do lado homolateral e do lado contralateral ao movimento ($P = 0,069$).

4.1.2. Atividade do músculo oblíquo externo

Tal como para o reto abdominal, a atividade do oblíquo externo, tanto para o lado homolateral como contralateral ao movimento, foi afetada pelo tipo de exercício investigado ($P < 0,001$).

A ativação máxima do OE_{homolat} foi significativamente superior no exercício *Dead Bug* em relação aos restantes exercícios (+37,6% a 49,3% do que nos exercícios *Pallof*, *Lift*, *Bird Dog* e *Chop*; $P < 0,001$ para todas as condições; Fig. 10b).

Relativamente à atividade máxima do OE_{contralat} os exercícios que produziram maior ativação foram o *Chop* (84,8% da ARV normalizada) e *Dead Bug* (84,6% da ARV normalizada), distinguindo-se, de forma significativa, dos restantes exercícios (Fig. 10a).

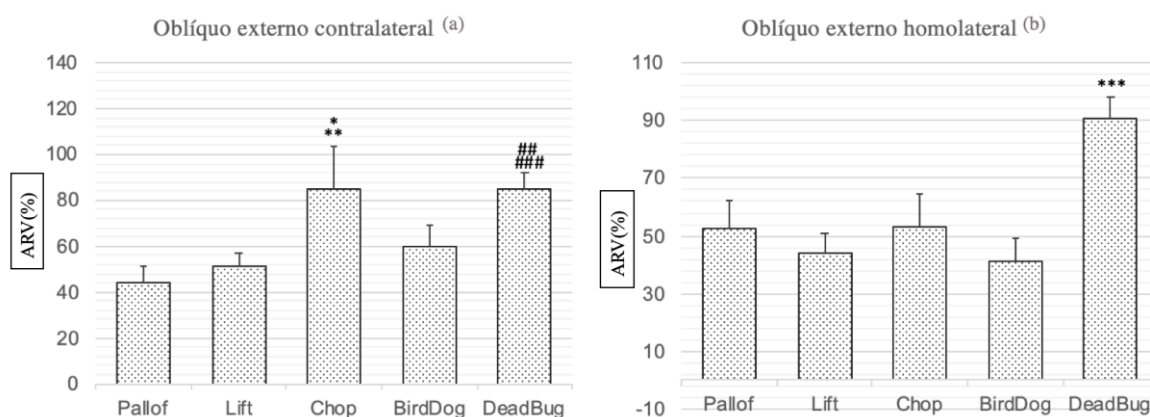


Figura 10. Média e respetivo erro padrão da atividade muscular (ARV em %) do oblíquo externo homolateral (A) e contra lateral ao movimento. Na imagem (a): #### *Dead Bug* significativamente diferente de *Pallof* ($P < 0,001$); ## *Dead Bug* significativamente diferente de *Lift* e *Bird Dog* ($P < 0,01$); ** *Chop* significativamente diferente de *Lift* e *Pallof* ($P < 0,01$). * *Chop* significativamente diferente de *BirdDog* ($P < 0,05$). Na imagem (b) *** *Dead Bug* significativamente diferente de todos os exercícios ($P < 0,001$).

Comparando a ativação do OE de ambos os lados, verificou-se que apenas o exercício *Pallof* produziu uma atividade eletromiográfica distinta entre o OE do lado homolateral e lado contralateral do movimento ($P = 0,010$). Este exercício induziu uma maior ativação do OE homolateral do que do lado contralateral do movimento (em média mais 7%).

4.1.3. Atividade do músculo massa comum

Na Figura 11, apresentam-se os resultados relativamente à ativação máxima do músculo massa comum durante os exercícios de *Lift*, *Pallof*, *Chop* e *Bird Dog* e *DeadBug*. A máxima ativação deste músculo foi também influenciada pelo os exercícios selecionados ($P < 0,001$), tanto para o lado homolateral como contralateral da massa comum. A análise da atividade muscular da massa comum do lado homolateral ao movimento mostrou que exercício *Lift*, foi significativamente superior ao observado nos exercícios *Pallof* (+20,8%; $P < 0,05$), *Chop* (+28,04%; $P < 0,05$), *Bird Dog* (+39,07%; $P < 0,01$) e *DeadBug* (+71,9%; $P < 0,001$) (Fig.11b).

O mesmo perfil de ativação foi observado para o músculo massa comum do lado contralateral do movimento (Fig. 11a; efeito exercício: $P < 0,001$). Durante o exercício *Lift*, a atividade do EE_{contralat} foi significativamente superior ao observado nos exercícios *Pallof* (+50,6%; $P < 0,01$), *Chop* (+ 67,1%; $P < 0,01$), *Bird Dog* (+74,2%; $P < 0,001$) e *Dead Bug* (+115,8%; $P < 0,001$) (Fig 11a).

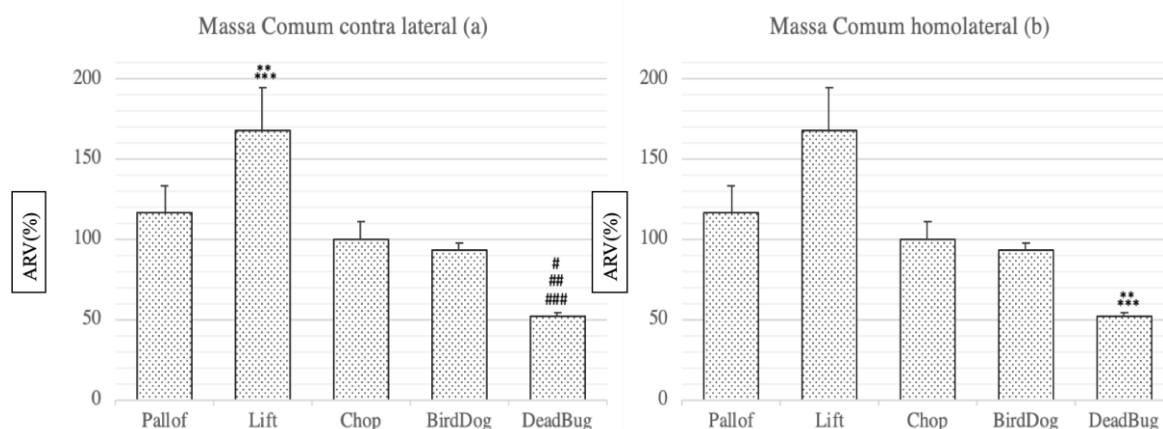


Figura 11. Média e respetivo erro padrão da atividade muscular (ARV em %) do massa comum contra lateral (a) e homolateral (b) ao movimento. Na imagem (a): ***Lift significativamente diferente de DeadBug ($P < 0,001$); **Lift significativamente diferente de BirdDog, Chop e Pallof ($P < 0,01$); ###DeadBug significativamente diferente de Lift ($P < 0,001$); ##Deadbug significativamente diferente de Pallof ($P < 0,01$); #Deadbug significativamente diferente de Chop e BirdDog ($P < 0,05$). Na imagem (b): ***Dead Bug significativamente diferente de diferente de Pallof, Chop e Lift ($P < 0,001$); **DeadBug significativamente diferente de BirdDog ($P < 0,01$).

O exercício *Bird Dog* foi o único que induziu uma ativação da massa comum significativamente diferente entre os lados homolateral e contralateral ($P = 0,001$). Durante este exercício, a solicitação da ativação da massa comum do lado contralateral foi, em média, 13,8% superior ao observado do lado homolateral.

4.2. Análise da ativação muscular durante as fases ativa e passiva do movimento

Os próximos resultados estão relacionados com a atividade dos músculos reto abdominal, oblíquo externo e massa comum, tanto do lado homolateral como do contralateral do movimento, durante a fase ativa e passiva dos exercícios realizados no estudo.

4.2.1. Exercício *Pallof*

Na figura 12 apresentam-se os resultados relativamente ao exercício *Pallof*. Neste exercício, a fase ativa corresponde ao período em que o participante afasta a carga do seu tronco, através da extensão dos seus membros superiores, enquanto resiste à ação de rotação externa, produzida pela aplicação de uma força elástica às suas mãos.

Após uma análise comparativa da atividade muscular durante as fases ativa e passiva do exercício *Pallof*, pode-se constatar a inexistência de diferenças estatisticamente significativas, tanto para o lado homolateral como para o contralateral ($P > 0,107$, para todos os músculos, de ambos os lados). Embora não se tenham verificado diferenças significativas, observou-se uma maior ativação dos músculos avaliados durante a fase passiva deste exercício, à exceção no músculo oblíquo externo no lado homolateral.

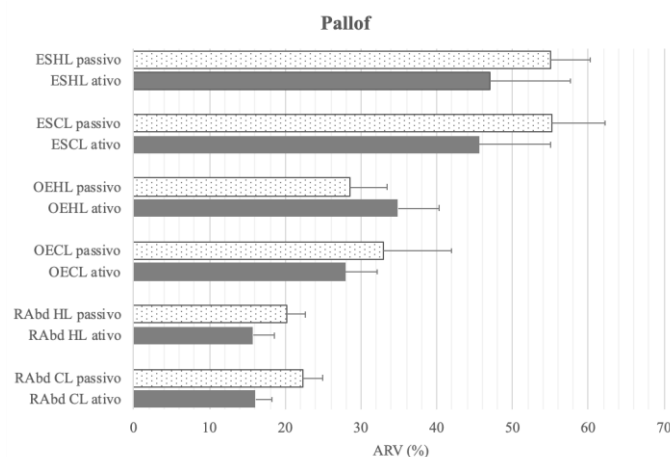


Figura 12. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Pallof. ESHL: massa comum homolateral; EECL: massa comum contralateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL: reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contralateral; Não existem diferenças significativas entre fases.

4.2.2. Exercício Lift

O exercício *lift* induziu um perfil de ativação muscular distinto entre fases. Os músculos massa comum homolateral e contralateral, em relação aos restantes músculos, evidenciaram maior ativação na fase ativa (+22,4% e 48,4%; $P = 0,007$ e $P = 0,001$, respetivamente).

Relativamente ao músculo oblíquo externo e reto abdominal, para ambos os lados (contralateral e homolateral), estes apresentam maior ativação na fase passiva (em média +1,9% a 8,7%), (Fig.13).

Verificaram-se no músculo reto abdominal homolateral ($P=0,049$) e reto abdominal contralateral ($P = 0,015$) diferenças significativas (Fig.13).

Os músculos massa comum homolateral e contralateral, e em relação aos restantes músculos, evidenciaram maior ativação na fase ativa (+22,4% e 48,4%; $P = 0,007$ e $P = 0,001$, respetivamente).

Relativamente ao músculo oblíquo externo e reto abdominal para ambos os lados (contra lateral e homolateral) estes apresentam maior ativação na fase passiva (em média +1,9% a 8,7%), (Fig.13).

Verificaram-se no músculo reto abdominal homolateral ($P=0,049$) e reto abdominal contralateral ($P = 0,015$) diferenças significativas (Fig.13).

Os músculos massa comum homolateral e contralateral, e em relação aos restantes músculos, evidenciaram maior ativação na fase ativa (+22,4% e 48,4%; $P = 0,007$ e $P = 0,001$, respetivamente).

Relativamente ao músculo oblíquo externo e reto abdominal para ambos os lados (contra lateral e homolateral) estes apresentam maior ativação na fase passiva (em média +1,9% a 8,7%), (Fig.13).

Verificaram-se no músculo reto abdominal homolateral ($P=0,049$) e reto abdominal contralateral ($P = 0,015$) diferenças significativas (Fig.13).

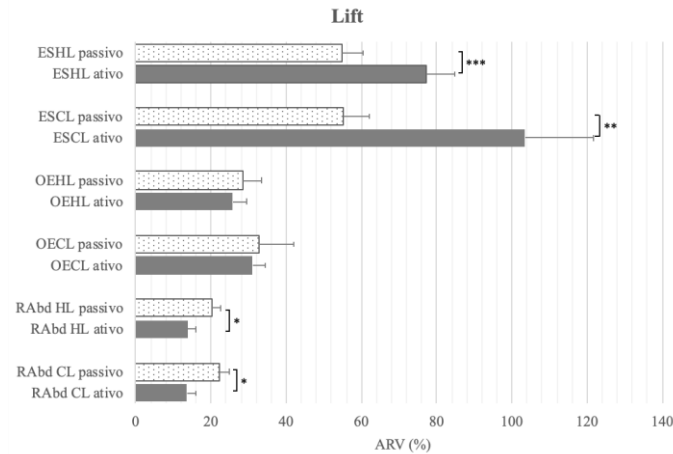


Figura 13. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Lift. ESHL: massa comum homolateral; EECL: massa comum contralateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL:reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contralateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contralateral no músculo massa comum $**P < 0,01$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo massa comum $***P < 0,001$; e existe diferenças significativas na fase ativa e passiva para ambos os lados para o músculo reto abdominal $*P < 0,05$;

4.2.3. Exercício Chop

No exercício *Chop* foi possível verificar que apenas o músculo massa comum apresenta maior ativação na fase passiva (+14,3% no lado contralateral e + 6,2% para o lado homolateral). Para os restantes músculos, a ativação durante a fase ativa é superior à da fase passiva (em média + 3,1% a 37,1%) (Fig. 14).

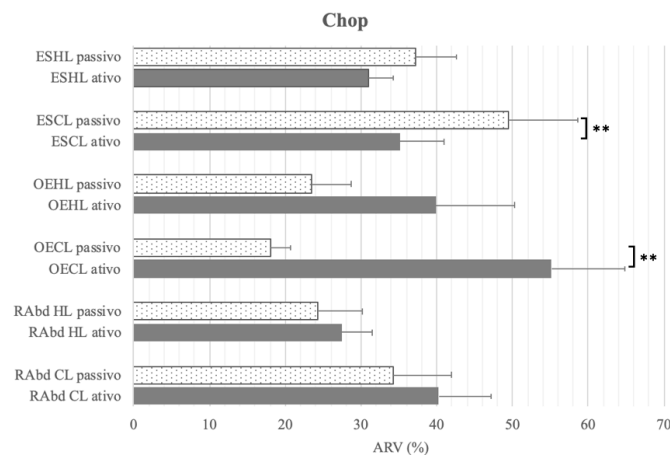


Figura 14. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Chop. ESHL: Ereter espinal homolateral; EECL: Ereter espinal contralateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL:reto abdominal contralateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contralateral no músculo massa comum $**P < 0,01$; e diferenças significativas na fase ativa e passiva contra lateral para o músculo oblíquo externo $**P < 0,01$.

Na figura 14 é possível verificar diferenças significativas entre as fases ativas e passivas no que concerne à ativação do músculo massa comum lado contralateral ($P=0,041$) e do músculo oblíquo externo também do lado contralateral ($P=0,002$).

4.2.4. Exercício Bird Dog

No exercício *Bird Dog* verificou-se uma ativação superior durante a fase ativa em relação à fase passiva, para os músculos massa comum e reto abdominal, para ambos os lados (em média +3% a 20,2%). Para o músculo oblíquo externo, de ambos os lados, ocorreu o oposto, havendo maior ativação da fase passiva (+4,4% no lado homolateral e +22,4% no lado contralateral).

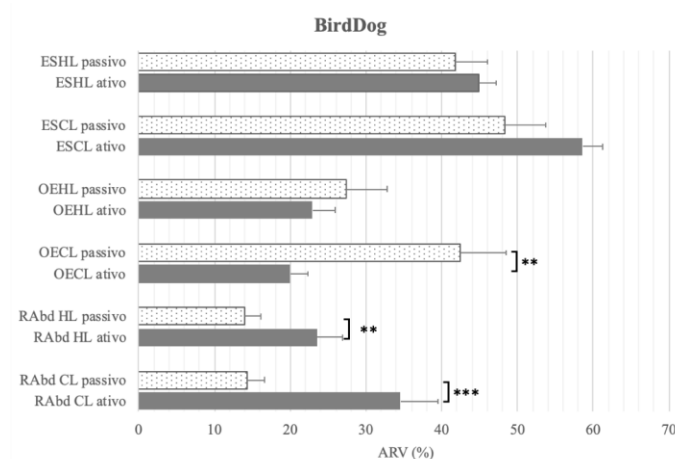


Figura 15. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício Bird Dog. ESHL: Ereter espinal homolateral; EECL: Ereter espinal contra lateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL:reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contra lateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contra lateral para o músculo reto abdominal, ** $P < 0,001$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo reto abdominal ** $P < 0,01$; e diferenças significativas na fase ativa e passiva contra lateral para o músculo oblíquo externo ** $P < 0,01$;

O exercício *Bird Dog* mostrou diferenças significativas entre as fases ativas e passivas para o músculo reto abdominal do lado homolateral ($P=0,002$) e contralateral ($P > 0,000$) e para o músculo oblíquo externo contralateral ($P=0,002$) (Fig.15).

4.2.5. Exercício Dead Bug

O exercício *Dead Bug* apresenta ativação muscular superior na fase ativa em relação à fase passiva (em média +4% a 25,4%) nos músculos reto abdominal e oblíquo externo, para ambos os lados. No músculo massa comum para o lado homolateral e contralateral, a fase passiva é superior (+6,3% e +9,7%, respectivamente) (Fig.16).

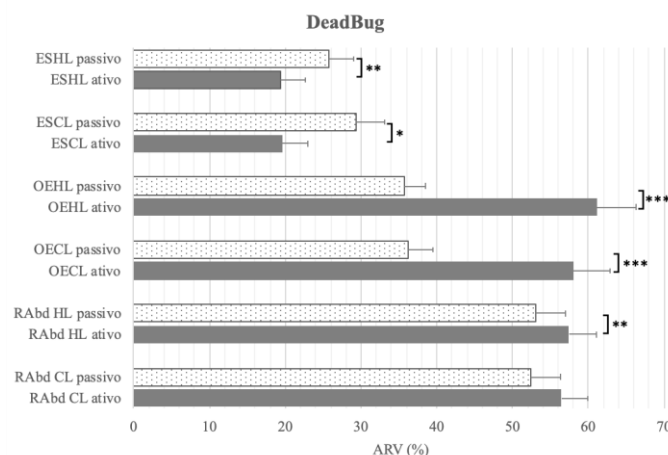


Figura 16. Média e respetivo erro padrão da ativação muscular durante a fase passiva e ativa do exercício *Dead Bug*. ESHL: Eretor espinal homolateral; EECL: Eretor espinal contra lateral; OEHL: oblíquo externo homolateral; OECL: oblíquo externo contra lateral; RAbdHL: reto abdominal homolateral; RAbdCL: reto abdominal contra lateral; Existe diferenças significativas entre a fase ativa e passiva contra lateral para o músculo oblíquo externo, *** $P < 0,001$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo oblíquo externo, *** $P < 0,001$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral no músculo eretor espinal ** $P < 0,01$; diferenças significativas na fase ativa e passiva homolateral para o músculo reto abdominal ** $P < 0,01$, e diferenças significativas na fase ativa e passiva contra lateral para o músculo eretor espinal, ** $P < 0,05$.

O *Dead Bug* apresenta diferenças significativas entre as fases ativa e passiva para os músculos oblíquo externo contralateral e homolateral ($P < 0,001$), para o músculo reto abdominal e massa comum homolateral ($P < 0,01$) e para o músculo massa comum contra lateral ($P < 0,05$) (Fig.16).

Capítulo 5 - Discussão dos resultados

Discussão

Nos pontos que se seguem discute-se os resultados obtidos dos músculos analisados por exercício, comparando o lado homolateral e contralateral. Procura-se com isto uma explicação coerente dos resultados alcançados, argumentada em estudos prévios e bibliografia adequada.

No sentido de melhor compreender o padrão da resposta eletromiográfica da musculatura abdominal, este estudo propôs-se investigar as alterações da atividade muscular do abdominal durante os movimentos de ação antirrotacional e ação multiplanar. Sabemos que os exercícios de ação antirrotacionais têm sido identificados como exercícios de prevenção, enquanto os exercícios de ações multiplanares são conhecidos por serem fundamentais para os ganhos de mobilidade, incluindo nos três planos.

Os músculos *core* atuam muitas vezes em cocontração, com objetivo de estabilização, prevenindo ou desacelerando o movimento do tronco (anti flexão, anti extensão, antirrotação e anti flexão lateral) (McGill, 2010). Também Kibler et al. (2006) reconheceram o papel primordial do *core*, destacando o seu papel crucial de promoção de “estabilidade proximal para mobilidade distal”.

A estabilização central possui uma grande relevância dentro da prática desportiva, proporcionando um método eficaz do aumento de performance e de prevenção de lesões (Santos e Freitas, 2010). O treino dos músculos estabilizadores não só é fundamental para a performance motora, como é um fator relevante para a prevenção de lesões. São inúmeros os exercícios disponíveis para fortalecer este conjunto de músculos. O tronco tem como principal função compensar eficientemente as cargas externas, a fim de garantir a estabilidade e o desempenho de todo o corpo durante a vida diária e atividades dinâmicas e de alta intensidade (Muller et al., 2007). A escolha do exercício é importante, pois a magnitude da ativação muscular reflete se a força e/ou a estabilidade do núcleo é desenvolvida. Portanto, a relação entre o exercício e a ativação é fundamental para o planejamento de abordagens ótimas a serem utilizadas em reabilitação, bem como configurações de força e condição física. Várias abordagens têm sido recomendadas para ativar os músculos do núcleo (Martuscello, 2012).

No presente estudo, foi analisado a ativação de músculos ântero-laterais do abdômen (reto abdominal e o oblíquo externo) e lomboilíacos (massa comum) que se situam na camada

mais superficial e que, por isso, são considerados músculos globais na ação do *core*. A seleção destes músculos prende-se também com a técnica de avaliação da ativação muscular escolhida. A EMG de superfície não permite a análise correta de músculos mais profundos que se encontram em camadas intermédias ou profundas, com sobreposições de outras massas musculares. O sinal de EMG de superfície corresponde á soma de todos os potenciais de ação dentro do volume condutor, pelo que não será possível distinguir se a ativação muscular pertence a um músculo mais superficial ou profundo da região em estudo.

5.1. Padrão de ativação do músculo reto abdominal

O músculo reto abdominal, tanto do lado homolateral como contralateral ao movimento do membro superior, evidenciou maior ativação muscular no exercício *Dead Bug*. Contudo, verificou-se que a ativação no lado contralateral foi superior ao observado no lado homolateral (+2,2%). A ativação contralateral é explicada pelo facto de o exercício ser realizado com o membro inferior e superior em oposição.

No estudo de Saeterbakken et al. (2019), estes observaram que ocorre maior pico de ativação do músculo reto abdominal quando realizamos exercícios isolados (prancha ventral e lateral) em comparação com as três condições de *lunge* (*Lunge* frontal, *Lunge* com resistência elástica membro superior e *Lunge* para trás). Dias et al. (2016), ao estudarem a análise dos músculos reto abdominal (lado esquerdo e direito) e eretores da coluna os exercícios (prancha com variações nos membros superiores e/ou inferiores), observaram que quando ocorre uma diminuição da base de sustentação ou se cria instabilidade na mesma, há um aumento na atividade muscular em ambos os músculos analisados. O mesmo autor refere que o músculo mais ativado foi o reto abdominal direito no exercício de prancha com os pés no TRX e as mãos nas bolas, ou seja, quando existem variáveis de instabilidade ocorre a necessidade de manter a estabilidade da coluna, protegendo a integridade vertebral, para prevenir ou resistir a perturbações.

O exercício *Dead Bug* é usado para recrutar os flexores do tronco (reto abdominal, oblíquos abdominais) (Souza et al. (2001). *Dead Bug*, segundo os valores da pesquisa de Yun et al. (2017), evidenciaram que a ativação eletromiográfica dos músculos reto abdominal e oblíquos foi significativamente maior em velocidade elevada ($p<0,05$), o que indica que a

ativação muscular pode ser mais favorável e efetiva se os tipos de velocidade do exercício forem escolhidos de forma adequada.

5.2. Padrão de ativação do músculo oblíquo externo

Para o músculo oblíquo externo, acontece o mesmo que no reto abdominal, em que o exercício *Dead Bug* é o que apresenta valores de ativação maiores, por ser um exercício antirrotacional e por ser um exercício que necessita da manutenção estável e sem rotação do tronco, sendo que os músculos reto abdominal e oblíquo externo atuam como estabilizadores do movimento.

No exercício *Chop* o padrão de movimento é diagonal, a força desestabilizadora, atuando no centro de massa é anterior, o que faz com que o tronco se flexione. A força reativa de estabilização (estratégia reativa) é para baixo e para trás, para neutralizar o movimento do tronco (Voigh, Hoogenboom & Cinzento, 2008). Os músculos que atuam como flexor e estabilizador da parede abdominal são o reto abdominal e o oblíquo externo, o que vai ao encontro dos nossos resultados, em que verificámos que o exercício *Chop* apresenta, no músculo oblíquo externo para o lado contralateral, uma ativação elevada (84,8%), sendo superior aos restantes exercícios.

Yun et al. (2017), ao estudarem o exercício *Dead Bug* em 3 variantes (1. Só membro superior, 2. Só membro inferior e 3. membro superior e inferior opostos), em que utilizaram um elástico nas extremidades como resistência, concluíam que a ativação eletromiográfica dos músculos oblíquos foi significativamente maior quando *Dead Bug* é realizado com as extremidades superior e inferior, em comparação com a extremidade superior ou extremidades inferiores isoladamente ($p < 0,05$).

5.3. Padrão de ativação do músculo massa comum

O músculo massa comum, conhecido também por eretor da espinha, é um extensor principal da pelve. O exercício *Lift* evidenciou, no presente estudo, valores elevados de ativação do músculo massa comum de ambos os lados do tronco. Este exercício é multiplanar e, segundo Palmer (2011), sendo os estabilizadores do tronco raramente isolados, estes

funcionam coletivamente em múltiplos planos, para fornecer diferentes graus de estabilidade e mobilidade.

O exercício *Bird Dog* foi o que induziu atividade significativamente diferente entre os lados homolateral e contralateral, sendo que para o lado contralateral foi observada, em média, 13,8% mais atividade em relação ao outro lado. Imai, Kaneoka et al., (2010), por outro lado, ao estudar a ativação do reto abdominal, oblíquo externo e massa comum durante o exercício *Bird Dog*, verificaram que a introdução de uma superfície instável aumentou bilateralmente a atividade do reto abdominal e oblíquo externo, enquanto no caso da massa comum, só se verificou um aumento da atividade para o lado homolateral ao movimento do braço.

Segundo Lima e Pinto (2006), os exercícios que envolvem a combinação da flexão lateral e da extensão do tronco são os que apresentam maiores valores de ativação do músculo massa comum.

5.4. Padrão de ativação dos exercícios de ação antirrotacionais

No exercício *Bird Dog* verificou-se que o músculo massa comum contralateral foi o que apresentou valores médios de maior ativação muscular durante o movimento na fase ativa (58,6%). Este resultado vai ao encontro do estudo realizado por Stevens, Vleeming et al., (2007) em que os músculos abdominais no exercício *Bird Dog* concluíram que o músculo massa comum apresenta elevados níveis de atividade.

Stevens, Vleeming et al. (2007) encontraram níveis moderados de atividade relativa no oblíquo externo homolateral, acreditando-se que o oblíquo externo possa desempenhar um papel no apoio à posição estável para controlar a posição neutra da coluna. No estudo de Stevens, Vleeming et al. (2007), tal como no presente estudo, verificou-se menor ativação muscular do reto abdominal durante o exercício *Bird Dog*. O autor refere que o reto abdominal não é funcionalmente ativo e não contribui para a estabilidade.

Muller et al. (2007) concluíram com o seu estudo que o nível de atividade neuromuscular do *Bird Dog* é superior a 60% de MVC, porem afirmam que a sua causa pode ser dupla: a natureza da posição do tronco durante o exercício e a aplicação mais proximal da perturbação ou instabilidade em relação ao tronco. Uma descoberta realçada pelos autores

é a alta ativação do oblíquo externo do lado esquerdo, quando *Bird Dog* é realizado com a perna esquerda no ar, ou seja, este está a ativar o músculo oblíquo externo homolateral.

O exercício *Dead Bug* é um exercício efetivo para promover a estabilização do tronco e da pelve e é realizado movendo alternadamente os membros inferiores e superiores, em que ocorre maior ativação dos músculos reto abdominal e oblíquo externo (Yun et al., 2017). O presente estudo apresentou resultados idênticos, dado que ocorreu maior ativação do oblíquo externo homolateral (61,1%) e do oblíquo externo homolateral (58%). Considera-se que a razão para o aumento da atividade destes músculos está relacionada com o facto de o exercício ser realizado em decúbito dorsal, contribuindo para que a atividade do músculo massa comum seja menor. Como ocorre extensão da anca e de um membro superior contralateral, a necessidade de manter o tronco estável e sem rotação é satisfeita pelos músculos reto abdominal e oblíquo externo, que atuam como estabilizadores do movimento.

No estudo de Santos e Freitas (2010), foi utilizada a eletromiografia, para atividade dos músculos abdominais (transverso abdominal, oblíquo interno e externo e reto abdominal) multífidos e o glúteo médio, durante movimentos dos membros inferiores (flexão, extensão e abdução do quadril), concluiu que a atividade da musculatura do tronco ocorre antes do início do movimento dos membros inferiores, independentemente da direção do movimento, e que o transverso abdominal era o primeiro músculo a ser ativado, seguido pelo multífidos. Assim, pode-se notar que a estabilidade central é mantida principalmente pela função dinâmica dos elementos musculares. No presente estudo, o exercício *Pallof* apresentou ativação muscular mais elevada no músculo massa comum homolateral (46,9%) e contralateral (45,6%). A inexistência de diferenças significativas neste exercício pode ser explicada pela co ativação muscular devido à necessidade de manter o tronco estável e manter a resistência à flexão, extensão e rotação da coluna vertebral.

Os oblíquos também apresentaram elevada ativação neste estudo (34,9%), pelo que estes são desafiados isometricamente para resistir à rotação espinal e pélvica, muitas vezes responsáveis pela colocação de forças de corte na coluna lombar. Segundo Akuthota, Ferreira, Moore e Fredericson (2008), os oblíquos externos. Os maiores e mais superficiais da parede abdominal e que atuam no controlo da inclinação pélvica anterior.

Marques et al. (2012) observaram maior coativação do oblíquo externo e interno e concluíram que, aparentemente, este responde com uma maior ativação às perturbações

verticais, típicas de exercícios em pé com movimento dos membros superiores acima da cabeça. Esta maior coativação dos músculos oblíquos ocorre na tentativa de estabilizar a coluna e reduzir a rotação axial do tronco. Esse mesmo padrão de coativação do oblíquo externo e interno pode ocorrer quando se realiza o exercício unilateralmente, como no caso *Bird Dog*, pois, além de evitar o deslocamento anterior do tronco, estes músculos estabilizam o segmento, evitando movimentos acessórios de rotação.

5.5. Padrão de ativação dos Exercícios de ação multiplanares

O *lift* e o *chop* foram os exercícios de ação multiplanar analisados. O exercício *Lift* tem um padrão diagonal em que há a combinação da estabilidade do tronco e membros inferiores com o movimento de puxar e empurrar dos braços. Neste estudo, foi realizado na posição de joelhos. O elástico foi posicionado a uma altura baixa para que o movimento fosse realizado de baixo para cima (Voigh, Hoogenboom e Cinzento (2008)). Esta execução faz com que ocorra uma tendência de movimento no tronco em três planos [sagital (flexão), transverso (rotação) e frontal (flexão lateral)] e, para sustentar a posição neutra do tronco, é necessária uma ativação diferenciada dos músculos em cada fase do movimento.

Xavier (2015) verificou, na fase inicial do movimento de *Lift*, um aumento de ativação do músculo oblíquo externo, que se parece justificar pela tendência de flexão lateral que ocorre no exercício. Concluiu ainda que os músculos paravertebrais, em todos os exercícios (meio ajoelhado: rotação horizontal; *lift e chop*) analisados, foi o que apresentou maior ativação muscular. Estes resultados podem ser explicados pelo facto de o movimento envolver simultaneamente a flexão e flexão lateral do tronco na fase ativa do exercício. Os valores vão ao encontro dos nossos resultados, pois neste estudo foi verificado uma média de ativação muscular elevada para o músculo massa comum contralateral (103,5%). Este músculo, um extensor do tronco, atua como motor primário e estabilizador na realização de exercícios que requerem levantamento de cargas, como por exemplo o *Lift*.

Assim como no *Lift*, o exercício *Chop* tem um padrão diagonal em que há a combinação da estabilidade do tronco e membros inferiores com o movimento de puxar e empurrar dos braços. Neste estudo, o exercício foi realizado com um joelho no chão lateralmente ao ponto de fixação do elástico. O *Chop* tem o movimento oposto ao do *Lift*, sendo que o elástico é

posicionado na altura mais alta para que o movimento seja realizado de cima para baixo (Voigh, Hoogenboom & Cinzento, 2008).

No seu estudo Xavier (2015) verificou, na fase inicial, um aumento de ativação muscular no movimento de *chop* do músculo oblíquo externo, justificando-o com a necessidade de flexão lateral que ocorre no exercício, assim como da combinação da rotação com a flexão. Este autor conclui ainda que os músculos paravertebrais não têm atividade muscular relevante, o que se explica pela tendência de o executante realizar a extensão do tronco durante o exercício.

No nosso estudo, o oblíquo externo e o reto abdominal foram os que apresentaram médias de ativação muscular mais elevadas, em particular do lado contralateral (55,1% e 40,3%, respetivamente). Movimentos diagonais, como os usados no estudo, provavelmente promovem a ativação muscular sequencial em múltiplos planos entre os segmentos do corpo proximal e distal (Palmer, 2011). Estes padrões requerem mobilidade de extensão e rotação torácica, bem como movimento nas articulações do ombro (Voigh, Hoogenboom & Cinzento, 2008). Além disso, o uso de padrões de movimento diagonais tem sido referido por promover um equilíbrio entre a ativação muscular agonista e antagonista de múltiplos grupos musculares (Palmer, 2011). Os exercícios *lift e chop*, em posição de joelhos, são uma excelente técnica de avaliação da estabilidade/instabilidade do núcleo. Esses mesmos movimentos podem ser usados para tratar deficiências ou assimetrias de movimento (Voigh, Hoogenboom e Cinzento, 2008). Voigh, Hoogenboom e Cinzento (2008), no seu estudo sobre a integração dos princípios neuromusculares na reabilitação ortopédica e desportiva, em indivíduos sem disfunção, referem que o movimento da extremidade superior é precedido pela contração do músculo massa comum, do multífidos, do transversos abdominal e dos músculos oblíquos. A ativação muscular deve ser pré-programada pelo sistema nervoso central, porque a ativação dos músculos estabilizadores ocorre antes do início da atividade dos músculos responsáveis pelo movimento dos membros. Como a estabilidade proximal precede a mobilidade distal, e as adaptações posturais são necessárias para o movimento intencional das extremidades, o uso desses movimentos pode ser muito eficaz no treino do núcleo. A posição de meio ajoelhado oferece bases estreitas de suporte, tornando as partes distais da cadeia cinética incapazes de auxiliar nos movimentos corretivos. Ao usar a postura

ajoelhada, potenciais estratégias compensatórias inadequadas são temporariamente removidas da atividade.

Capítulo 6 - Conclusões

6.1 Conclusões

Com este estudo foi possível verificar que a atividade eletromiográfica dos músculos em análise variam conforme o tipo de exercício selecionado. Assim:

- No exercício *Dead Bug*, contrariamente à hipótese formulada, a maior ativação foi observada no músculo oblíquo externo para ambos os lados.
- Confirma-se a hipótese 2, verificando-se que a maior ativação do músculo massa comum, de ambos os lados, é produzida pelo exercício *Bird Dog*. Este músculo está associado à extensão do tronco, à extensão de um membro inferior e superior, produzindo uma anteversão da pelve.
- Valida-se a hipótese 3, em que o exercício *Chop* é aquele que produz maior ativação do músculo oblíquo externo contralateral, o que é expectável, pois envolve movimento diagonal e de flexão do tronco, dois movimentos em que o músculo oblíquo externo é normalmente ativado. Nestes movimentos combinados, é normal que seja o músculo mais ativado para poder dar estabilidade de rotação ao tronco.
- O exercício *Pallof*, devido à necessidade de manter o tronco estável contra a resistência que é exercida lateralmente, era esperado que tivesse maior ativação do músculo oblíquo externo. Porém, observou-se maior ativação do músculo massa comum, cuja sua função é produzir a extensão do tronco.
- Dentre os exercícios estudados, o *Lift* é aquele que produz maior ativação do músculo massa comum, de ambos os lados do tronco. Sendo um movimento que engloba rotação e elevação de uma resistência, estes valores eram esperados, pois o massa comum é um extensor do tronco e o movimento de *Lift* combina o movimento de rotação do tronco com o da sua extensão.
- Não se verificou a predominância da ativação de qualquer um dos músculos estudados, quando analisado em função das duas ações motoras em análise (multiplanar vs. antirrotacional). Os músculos analisados parecem trabalhar em simultâneo para manter a estabilidade do tronco.

Os dados do presente estudo permitem uma nova abordagem de treino da musculatura abdominal, baseados em dados de laboratório e em exercícios de fácil execução. Os músculos abdominais têm um papel fundamental em diversas tarefas do quotidiano e também nos gestos desportivos. Considerando que os músculos do tronco têm como função estabilizar a coluna vertebral, é certo que o fortalecimento desses músculos pode contribuir para uma melhor qualidade de vida bem como para um melhor desempenho físico. Assim, poderíamos resumir que os dados obtidos indicam caminhos para o treino da musculatura abdominal, onde os movimentos multiplanares e antirrotacionais recrutam em conjunto a musculatura do tronco.

6.2. Sugestões para futuros estudos

Este estudo analisou apenas três dos músculos do tronco, pelo que seria pertinente, em futuros estudos, a análise de músculos como o transverso abdominal. A análise associada dos músculos envolventes, como os da anca (glúteo médio), deve ser também algo a ter em conta, pois eles desempenham um papel fundamental na estabilização do tronco e da anca, em diversos movimentos.

Bibliografia

- Alegro, A.C. Simão, M.V. Evangelista, A.L. (2010). *SurFuncional: Treinamento Funcional para o Surf*. São Paulo: Phorte. ISBN: 978-85-7655-463-9
- Andrade, N.A. (2007). Desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento de sinais eletromiográficos de superfície para a utilização no controle de próteses motoras ativas. Publicação 313/07, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília.
- Akuthota, V. Nadler, S. F. (2004). *Core strengthening*. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(3 Suppl 1), S86-92
- Basmajian, C. De Luca, C. (1985). *Muscle alive: Their Functions Revealed by Electromyography, 5ed.*, Williams & Wilkins.
- Bompa, T. (2007). *Periodización. Teoría Y Metodología del Entrenamiento*. Hispano Europea, S.A.
- Boyle, M. (2014). *Advances in Functional Training: Training techniques for coaches, personal Trainers and athletes*. ISBN:978-931046-01-5
- Collins, A. (2012). *Functional Training*. Published by Bloomsbury Publishing Plc.
- Correia, P. Espanha, M. (2010). *Aparelho Locomotor: Anatomofisiologia dos Sistemas Nervoso, Osteoarticulares e Muscular*. Vol.1. Lisboa: Edições FMH. ISBN 972-735-172-5.
- Cugliari, G. Boccia, G. (2017). *Core Muscle Action in Suspension Training Exercises*. *J Hum Kinet*. Mar 15; 56:61-71.
- De Luca, C.J. (1997). *The use of surface electromyography in Biomechanics*. *Journal of applied Biomechanics by Human Kinetics Publishers, Inc.* 13,135-163
- Dewar, M. (2018). *Pallof Press* - Formulário, músculos trabalhados e guia de instruções in <https://barbend.com/pallof-press/>
- Dias, R. Rodrigues, S. Seixas, A. (2016). Avaliação eletromiográfica da ativação muscular dos músculos reto abdominal e eretores da coluna em diferentes exercícios de fortalecimento do *core*. Projeto de estágio Profissionalizante II: Universidade Fernando Pessoa.

- Farina, D. Merletti, R. Enoka, R. (2004). *The extraction of neural strategies from the surface EMG. J Appl Physiol* 96: 1495.
- Jones, G. (2016). *Core Strength Training- The complete step-by-step Guide to a stronger body and better posture for men and women*. ISBN 978-1-4654-0220-2
- Gregório, F.C. Pereira, C.E. Arantes, F.J. Silva, F.H. Destro-Filho, J.B. Lizardo, F.B. (2016). Eletromiografia dos músculos *Core* em diferentes exercícios de estabilização do tronco. IX: Simpósio de Engenharia Biomédica
- Hermens, H. Freriks, B. Disselhorst-Klug, C. Rau, G. (2000). *Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. Journal of Electromyography and Kinesiology*. 10:361-374
- Hibbs AE, Thompson KG, French D, Wrigley A, Spears I. (2008). *Optimizing performance by improving core stability and core strength. Sports Med*: 38(12): 995–1008.
- Hodges, P. W. Richardson, C.A. (1997). *Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Physical Therapy*, Albany, v.77, n.2.
- Horsak, B. Wunsch, R. Bernhart, P. Gorgas, A.M. Bichler, R. Lampel, K. (2017). *Trunk muscle activation levels during eight stabilization exercises used in the functional kinetics concept: A controlled laboratory study. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 30. 497–508 497 DOI 10.3233/BMR-140259
- Jones, G. (2016). *Core Strength Training- The complete step-by-step Guide to a stronger body and better posture for men and women*. ISBN 978-1-4654-0220-2
- Kliber, W. Press, J. Sciascia, A. (2006). *The role of Core Stability in Athletic Function. Sports Med*. 36 (3): 189-198 0112-1642/06/0003-0189.
- Imai, A. Kaneoka, K. Okubo, Y. Shiina, I. Tatsumura, M. Izui, S. Shiraki, H. (2010). *Trunk Muscle Activity During Lumbar Stabilization Exercises on Both a Stable and Unstable Surface. Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*. vol. 40, Number 6.
- Lima, C. Pinto, R. (2006). *Cinesiologia e musculação*. Porto Alegre: Artmed.
- Lizardo, F.B. (2013). *Análise eletromiográfica dos músculos Core em diferentes exercícios de estabilização do tronco*.
- Marques, N. Hallal, C. Gonçalves, M. (2012). *Padrão de coativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. Motriz, Rio Claro*, v.18 n.2, p.245-252

- Martuscello, J. (2012). *Systematic review of core muscle electromyographic activity during physical fitness exercises. Graduate School Theses and Dissertations.* <http://scholarcommons.usf.edu/etd/4147>
- McGill, S. Karpowicz, A. (2009). *Exercise for spine stabilization: motion /motor patterns, stability progressions, and clinical technique. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. New York*, v. 90.
- McGill, S. Grenier, S. Kavcic, N. Cholewicki, J. (2003). *Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. J Electromyogr Kinesiol* 13(4):353-9.
- McGill, S. (2010). *Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. Strength and Conditioning Journal*, 32(3). 33-46
- Muller, J. Hadzic, M. Mugele, H. Stoll, J. Mueller, S. Mayer, F. (2017). *Journal of Biomechanics*.
- Myers, T.W. (2014). *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. ISBN 978-0-7020-4654-4
- Palmer, T. Uhl, T. (2011). Confiabilidade Intermédia das Saídas de Potência Muscular de Pico em um Dinamômetro Isotônico e Avaliação do Controle de Tronco Ativo Usando os Testes de Corte e Elevação. 46 (2): 150-159. doi: [10.4085 / 1062-6050-46.2.150](https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.2.150)
- Pires, B.M. (2006). Registro do Comportamento Eletromiográfico dos Músculos *Rectus Abdominis e Erector Spinal* num Exercício de Força e Resistência Abdominal.
- Prandi, F.R. (2011). Treinamento Funcional e *Core Training*: Uma revisão de literatura
- Raposo, F. (2015). Manual de Treino Funcional Integrado. (1ª Edição) André Manz Produções Culturais e Desportivas, Unipessoal Lda.
- Reinher, F. Carpes, F. Mota, C. (2008). Influência do treinamento de estabilização central sobre a dor e estabilidade lombar. *Fisioterapia em Movimento*, Curitiba, v.21, n.1, p.123-129
- Rovêa, W. Stanski, M. Kronbaver, G. Binotto, M. (2010). Atividade do músculo reto do abdômen durante exercícios abdominais em diferentes velocidades. *EFDportes*. Ver. Digital. Buenos Aires.
- Saeterbakken, A. Chaudhari, A. Tillaar, R. Andersen, V. (2019). *The effects of performing integrated compared to isolated core exercises*. PLoS ONE 14(2): e0212216. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212216>

- Santos, J.P. Freitas, G.F. (2010). Métodos de treinamento da estabilização central. Ciências Biológicas da Saúde, Londres, v.31, p.93-101
- Scavo, T. Cooklin, R. Faria, E. Johnson, M. Sternlicht, E. (2017). *Efficacy of Electromyography and the Dead Bug Exercise*. http://digitalcommons.chapman.edu/cusrd_abstracts/239
- Silva, F.H. Gregório, F.C. Sousa, L.R. Arantes, F.J. Sousa, G.C. Lizardo, F.B. (2016). Análise eletromiografia dos músculos do abdômen em exercícios abdominais com e sem utilização de diferentes aparelhos: Uma revisão de literatura. IX Simpósio de Engenharia Biomédica.
- Stevens, V.K. Vleeming, A. Bouche, K.G. Mahieu, N.N. Vanderstraeten, G.G. Danneels, L.A. (2007). *Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point Kneeling in healthy volunteers*. *Eur Spine J*. May;16(5): 711-8.
- Stevens, V. Bouche, K. Mahieu, N. Coorevits, P. Vanderstraeten, G. Danneels, L. (2006). *Trunk Muscle Activity in Healthy Subjects during Bridging Stabilization Exercises*. *BMC Musculoskeletal Disorders*20067:75
- Vieira, L.M. Sousa, G.C. Lizardo, F.B. (2014). Eletromiografia de músculos do Core em exercícios abdominais executados com aparelho e em superfície instável. XXIV: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica
- Voight, M. Hoogenboom, J. Cinzento, E. (2008). *The chop and lift reconsidered: Integrating neuromuscular principles into orthopedic and sports rehabilitation*. *N Sou J Sports Phys Ther*. 3 (3): 151-159.
- Willson, J. D. Dougherty, C. P. Ireland, M. L. Davis, M. (2005). *Core stability and its relationship to lower extremity function and injury*. *J Am Acad Orthop Surg*, 13(5), 316-325.
- Yun, BG. Lee, SJ. So, HJ. Shin, WS. (2017). *Changes in muscle activity of the abdominal muscles according to exercise method and speed during dead bug exercise*. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 6:1-6. in <https://doi.org/10.14474/ptrs.2017.6.1.1>